„Weniger wahrscheinlicher scheint mir die Erklärungsweise der Entstehung dieser Krystalle nach dem Zurücktreten des Wassers aus den aufsteigenden Wasserdünsten, ungefähr wie bei Entstehung der Eiskrystalle an den Fenstern, denn es ist kaum wahrscheinlich, dass bei einer ziemlich niedrigen Temperatur Krystalle von so bedeutenden Dimensionen (sie waren in der Richtung der Axe zwei bis drei Linien lang) in verhältnissmässig so kurzer Zeit auf diese Art sich bilden sollten."

SITZUNG VOM 28. APRIL 1853.

Herr Dr. Johann Hoffer, Vorsteher des k. k. physikalisch-astronomischen Hof-Cabinetes überreicht zwei versiegelte Pakete, ddo. 25. und 28. April l. J. zur Aufbewahrung.

Eingesendete Abhandlungen.

Die Entwickelung röhriger und blasiger Gebilde im thierischen Organismus.

Von **Prof. Engel** in Prag.

(Mit II Tafeln.)

Meine Untersuchungen über die Entwickelung der Markröhren in den Knochen hatten in mir die Überzeugung hervorgerufen, dass dieselben Entwickelungsgesetze nicht nur auf andere röhrige Gebilde des Organismus mit nur geringen Modificationen angewendet werden können, sondern dass es auch gelingen werde, die zusammengesetzten Formen ganzer Organismen auf die einfachste mikroskopische Form zurückzuführen und sie nach denselben Gesetzen wie diese und gleichsam aus dieser organischen Grundgestalt abzuleiten. Ob mich meine Zuversicht täuschte, wird sich aus der vorliegenden Abhandlung ergeben, die sich zunächst mit der Entwickelung des Hühnerfötus beschäftigt, gelegentlich jedoch auch auf Präparate vom Menschen- und Säugethierfötus hinweist, ja selbst niedere Organismen, wie z. B.

R32961

Entozoen, nicht unberücksichtigt lässt. Ursprünglich wurde die Arbeit mit dem Säugethierfötus begonnen, bald aber wegen der Masse des nöthigen Materiales, dann aber auch der leichteren Handhabung desselben der Hühnerfötus vorzugsweise zur Untersuchung gewählt. Dass ich die Arbeit nicht ganz zu Ende geführt habe, wird mir Niemand verargen, wer die Reichhaltigkeit der Entwickelungsgeschichte überhaupt kennt und die Schwierigkeit der Detail-Arbeit überblickt; auch darf ich erwarten, dass das Princip der Untersuchung einer aufmerksamen Prüfung gewürdigt werde, wenn auch die Durchführung im Einzelnen vielleicht lückenhaft, einer genauern Begründung bedürftig, selbst fehlerhaft erscheinen sollte.

Das Bedürfniss eines leitenden Principes wird sich bei Jedem fühlbar machen, der sich mit der physiologischen oder pathologischen Entwickelungsgeschichte und überhaupt mit der Entwickelung makroskopischer Formen aus mikroskopischen Theilen beschäftigt. Die bisherige Entwickelungsgeschichte bietet uns eine Fülle genauer Beobachtungen und ausgezeichneter Entdeckungen, aber Niemand wird sich verhehlen, dass es den aufgefundenen Thatsachen an innerem Zusammenhange fehlt, dass wir zwar wissen, welche Vorgänge bei der organischen Entwickelung auf einander folgen aber von dem Wie und Warum nicht die geringste Kenntniss besitzen. Manche Vorkehrungen, welche die Natur bei der Bildung der Organismen in Anwendung bringt, scheinen uns theils unnöthig, theils nur Umwege zu sein, ja sie setzen uns sogar in Verlegenheit, wenn wir unsere gewohnten Vorstellungen über Zweckmässigkeit der Natureinrichtungen auf sie übertragen sollten. Werfen wir einen Blick auf die Missbildungen, so müssen wir vollends gestehen, dass die Auffindung eines nur einigermassen befriedigenden Gesetzes und Erklärungsgrundes zu den ersten Erfordernissen gehört, wenn überhaupt von einem Fortschritte in diesem Zweige der Naturwissenschaften die Rede sein soll, denn das was man bisher Gesetze und Erklärungen in diesem Gebiete geheissen hat, wird wohl Niemand im Ernste für diese ausgeben wollen; ebenso wenig können die bisherigen Eintheilungen der Missbildungen genaueren Anforderungen genügen.

Wenn nach dem eben Gesagten ich fast unbescheiden erscheinen mag, indem ich gleichsam von mir ausgehende grosse Reformen ahnen lasse, so möge man das Urtheil bis nach Beendigung der Arbeit verschieben. Ist Einfachheit das Merkmal einer naturwüchsigen Theorie

und Erklärung, dann glaube ich, wird sich herausstellen, dass ich diesem Kriterium bei meinen Untersuchungen genügt habe; ist jene die richtigste Theorie, aus der die Thatsachen auf das ungezwungenste sich ergeben und die nirgends im ernsten Widerspruche mit anerkannten Thatsachen steht, dann kann ich mir schmeicheln, nicht Zeit und Mühe umsonst vergeudet zu haben, und ich darf hoffen, der Zustimmung von Fachgenossen mich zu erfreuen.

Bei den Untersuchungen über die Knochenentwickelung war ich auf ein merkwürdiges Bildungsgesetz gekommen. Ich hatte gefunden, dass durch ein Verschmelzen zweier sogenannter Zellen und durch eine allmähliche nach bestimmten Gesetzen vor sich gehende Vergrösserung derselben jene von Knochenwänden gebildeten Röhren sich entwickeln, welche den Knochen allenthalben, besonders aber in der schwammigen Substanz durchziehen. Die bei dieser Gelegenheit angeführten Thatsachen liegen nun den Untersuchungen, die in dieser Abhandlung niedergelegt werden, zu Grunde, daher es nöthig sein dürfte, dieselben nochmals musternd zu durchblicken, aufs Neue auf deren Richtigkeit zu prüfen und das dort Mangelnde zu ergänzen.

Nach meinen früheren Beobachtungen stehen die Durchmesser des Kerns und der Zelle in einem gesetzmässigen Verhältnisse, das zwar mit dem Grösserwerden beider aber nur nach bestimmten Gesetzen sich verändert, so dass dieses Verhältniss durch eine allgemeine Formel ausgedrückt werden kann. Ich fand für diese Formel: $\boldsymbol{Z} = n\boldsymbol{K} - (n - 0{\cdot}0005)$, wo $\boldsymbol{Z}$ den Durchmesser der Zelle, $\boldsymbol{K}$ jenen des Kerns, n (der Wachsthums-Coëfficient) eine ganze Zahl bedeutet, die zwischen 2 incl. und 8 variiren kann, während 0.0005, für alle Werthe von n gleich Pariser Zolle bedeutet. Der Werth von n kann bei ein und derselben Zelle in verschiedenen Hauptdimensionen verschieden sein, und ist es auch immer dann, wenn die Zelle in der einen Richtung mehr wächst als in der andern. Daher ist eine Zelle oft um $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, um die Hälfte länger als breiter. Für die erste Entwickelung ist $n=3$.

Der sogenannte Zellenkern ist meiner Überzeugung nach nicht immer ein Gebilde, das excentrisch an der Zellenwand befestigt ist, sondern er ist vielmehr ursprünglich meist central und mithin von den Zellenwänden nach allen Richtungen in bestimmten und gleichen Entfernungen umfangen.

Der Kern behauptet entweder für immer diese centrale Lage oder er nähert sich bei weiterer Ausbildung mehr der einen als der anderen Wand, der erste Fall ist der häufigere und wie gesagt der ursprüngliche, aus dem sich erst später durch ungleiche Apposition die anderen Fälle entwickeln.

In meinen späteren Untersuchungen nun fand ich, dass, wo grössere selbst makroskopische, von selbstständigen Wänden umschlossene Röhren sich bilden, dies nicht durch reihenweises Verketten einzelner Zellen, sondern durch reihenweises Verschmelzen von Zellen-Combinationen geschieht. Ich beginne mit den regelmässigeren Fällen dieser Combinationen.

Zwei vollkommen kugelrunde Zellen, die an einer Wand sich unmittelbar berühren und eine sogenannte Combination darstellen, platten sich an den Berührungsflächen allmählich in der Art ab, dass sie zwei mit den platten Flächen an einander gefügte Halbkugeln darstellen, so dass die neue Form abermals eine Kugel bildet, deren Durchmesser gleich ist der Summe der Durchmesser der beiden componirenden Zellen (Fig. 1, 2, 3).

In diesem so gebildeten kugelförmigen Körper verschwindet allmählich die mittlere Scheidewand (das Residuum der Zellenwände, an denen die Verschmelzung von Statten ging) und es bildet sich dadurch, dass die sogenannten Kerne schalenartig gegen einander wachsen, eine Schale in demselben, welche die beiden Kerne enthält, von der Breite der beiden Kerne ist und in derselben Entfernung von der äusseren Begrenzungsfläche der Kugel und concentrisch mit derselben verläuft, in welcher die ursprünglichen Kerne von ihren respectiven Zellenwänden sich fanden. Im Horizontalschnitt erscheint diese Kernschale als eine der äusseren Contour parallele Zone. Die ursprünglichen Kerne, deren allseitige Vergrösserung zur Bildung dieser Schale Veranlassung gegeben, sind nun eben als Kerne nicht mehr vorhanden (Fig. 4, 5, 6, 7).

Das neugebildete bläschenartige Gebilde (Fig. 8) besteht sonach aus 3 in einem genauen Durchmesserverhältnisse zu einander stehenden Räumen, welche oft durch eine andere Färbung oder verschiedene Durchsichtigkeitsgrade, später auch durch eine verschiedene Textur und andere Grade der Festigkeit sich von einander unterscheiden. Von diesen 3 Räumen hiess ich den innern anfangs kugelförmigen Raum (Fig. 8) den Markraum; die Kugelschale welche den Markraum um-

gibt und der Lage und Dicke nach den ursprünglichen Kernen entspricht nannte ich (da ich bloss den horizontalen Durchschnitt berücksichtigte) den Kernwall, in ihrer Gesammtheit werde ich sie von nun an die Kernschale nennen. Das was ich früher äusseren Wall nannte, werde ich von nun an schlechtweg als Aussenschale bezeichnen.

Bei der weiteren Entwickelung können die Kern- und Aussenschale oder der Markraum und die Kernschale mit einander ohne angebbare Grenze verschmelzen, und es entwickelt sich sonach ein Bläschen, das (so lange es mikroskopisch ist) oft nur aus einer glashellen im Übrigen bedeutend dicken Membrane gebildet wird. Bei etwas bedeutenderer Grösse jedoch zerfallen wieder die Kern- und Aussenschale nach einem bestimmten Gesetze in eine Anzahl untergeordneter Lagen, so dass der Markraum wie der Kern einer Zwiebel von einer Menge concentrisch liegender Blättchen umgeben ist.

Als allgemeine Formel für die Durchmesserverhältnisse des Markraumes und der ganzen Zellencombination hatte ich aufgestellt: $S = 3M + 0{\cdot}0001$, wo S den Durchmesser des ganzen aus den zwei ursprünglichen Zellen hervorgegangenen Bläschens, M aber den Durchmesser des Markraumes bedeutet; 0·0001 in Pariser Zollen ausgedrückt ist, wie denn alle Messungen nach Pariser Zollen gemacht worden sind. Für die Dicke der einzelnen Kugelschalen werden dann noch folgende Werthe aufgestellt werden können: $K = \frac{1}{2}M + 0{\cdot}00005$; und $A = \frac{1}{2}M$, wo M den obigen Werth, K und A dagegen die Dicke der Kern- und Aussenschale bedeuten. Sonach wird der Durchmesser der Kernschale und des Markraumes zusammen durch $2M + 0{\cdot}0001$ ausgedrückt werden müssen.

Bei der weiteren Vergrösserung des so gebildeten Bläschens eilt der Markraum in seiner Entwickelung den übrigen Theilen um Vieles vor. Er wird um das 2-, 3-, 10-, 20-, 60fache grösser als die übrigen Theile, so dass $A = \frac{1}{120}M$ werden kann, da es hauptsächlich der Markraum ist, in welchem die üppigste Entfaltung neuer Keime vor sich geht. Die Zahl m, welche diese relative Vergrösserung des Markraumes ausdrückt und die ebenso wie der Wachsthums-Coëfficient n eine ganze Zahl ist, heisst der Vergrösserungs-Coëfficient des Markraumes; ihre absoluten Werthe sind ungleich höher als jene von n.

Während sich, wie z. B. bei den Knorpeln, die Kern- und Aussenschale allmählich in die von Knochenkörpern durchzogene Knochenwand umstalten, geht im Markraume die Bildung neuer Elemente nach

bestimmten Gesetzen vor sich (Fig. 9); die Art dieser Bildung ausführlicher zu beschreiben, wird meine nächste Aufgabe sein, doch erlaube ich mir vorher noch auf die Grundlage und den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen zurückzukommen, um einige Punkte an demselben festzustellen.

Ich hatte, mich auf die Beobachtung stützend, angenommen, die Entwickelung makroskopischer Röhren und Bläschen werde durch ein reihenweises Verschmelzen der aus mindestens zweien mikroskopischen Zellen bestehenden Combinationen bewerkstelligt. Ich wies in der Beobachtung nach, wie anfangs runde Zellen an der Berührungsstelle sich allmählich abplatten, sich verbinden, endlich verschmelzen, so dass sie aus der biscuit-artigen Form in die rundliche oder elliptische übergehen. Betrachtet man den Markraum zu einer Zeit, wo seine Bildung noch nicht vollendet ist (Fig. 10), so hat auch er eine biscuit-artige Form, welche erst später bei vollkommener Abplattung der Berührungsflächen in die kreisrunde übergeht. Da übrigens bei Knorpelzellen die Farbe des Markraumes von der der umliegenden Theile sich bereits unterscheidet, so gewinnt es das Ansehen, als ob das was ich Markraum geheissen, ein in der Theilung begriffener Kern sei, somit die beiden, meiner Ansicht nach sich eben erst verbindenden Zellen aus der Theilung einer Zelle hervorgegangen wären; dies stünde nämlich im Einklange mit der Annahme, dass eine Vermehrung der Zellen durch Theilung erfolgt. Was man aber in solchen Fällen bisher den Kern geheissen, das ist der Rechnung zufolge nicht Kern, indem sein Durchmesser im Verhältnisse zu jenem der Zelle um 0·000083 P. Z. zu klein ist, oder in andern Fällen, wenn in dem was ich eine Combination nenne, eine Vergrösserung nach dem Coëfficienten m vor sich gegangen ist, ganz ausser Verhältniss zum Durchmesser der Zelle steht. Das Ein- und Abschnüren aber, das man bisher für ein untrügliches Zeichen der Theilung bei Zellen und Kernen angenommen hat, kann auch recht wohl eine im Werden begriffene, noch nicht vollendete Verbindung bedeuten; für letztere Ansicht spricht die ganze Art der Formveränderung, die allmähliche Abplattung, das allmähliche Verschwinden der Berührungsflächen — lauter Umstände, welche in der Art bei einer statthabenden Theilung nicht beobachtet werden könnten. Ist ferner jener, im Innern einer Zelle befindlicher, bisher als Kern gedeuteter biscuit-artiger Körper wirklich ein in der Theilung begriffener Kern, so muss jedenfalls der Um-

stand befremden, dass neben dem noch nicht völlig getrennten Kerne schon neue Kerne sich befinden, die dem alten Kerne dicht anliegen, ohne dass es begreiflich wird, was aus dem in zwei Hälften zerfallenen älteren Kern werden soll; denn so und nicht anders, d. h. dicht neben dem vermeintlichen in Theilung begriffenen Kerne, zeigen sich urانfänglich jene neuen symmetrisch gelagerten Kerne, wie dies ein Blick auf die Fig. 10 zeigt.

Sonach entwickeln sich aus den mikroskopischen Elementen nach bestimmten Gesetzen makroskopische Formen, entweder blasenartige Gebilde, oder durch regelmässige Verbindung der letztern Canäle, Röhrenverzweigungen, bestimmt, einen verschiedenen Inhalt aufzunehmen, um denselben entweder weiter zu führen, oder neu zu gestalten und ihm die Form von Organen zu geben. Und hier beginnt die neue Untersuchung, welche sich nicht, wie bei der Erforschung der Knochenentwickelung, nur darauf beschränkt, anzugeben, nach welchen numerischen Gesetzen die Zellen zu Bläschen, diese zu Röhren sich entwickeln, oder welche Durchmesserverhältnisse die einzelnen Kugelschalen der mikroskopischen oder makroskopischen Bläschen zeigen, sondern welche die Art der Entwickelung der Organe und Organismen aus mikroskopischen Formen ins Auge fasst, und die numerischen Verhältnisse nur in so weit berücksichtiget, als sie zur Beweisführung nicht entbehrt werden können.

Das zusammengesetzte Gebilde, auf das ich bei meinen bisherigen Untersuchungen gekommen war, ist sonach ein gleichsam aus drei concentrischen Schichten bestehendes Bläschen, dessen ursprüngliche Form die kugelrunde ist. Da jedoch der Wachsthums-Coëfficient n der Zellen, aus denen sich dieses Bläschen entwickelt, oft nach der einen Richtung des Kernes grösser ist als nach der zweiten und dritten, so nimmt das Bläschen allmählich mehr eine ellipsoide Form an.

Die Wände des Bläschens sind im Verhältnisse zum Innenraum um so dicker, je kleiner, d. h. je jünger, das Bläschen ist.

Die äussere Wandschichte des Bläschens erscheint kurz nach seiner Entstehung vollkommen structurlos, farblos und durchsichtig; die Kernschale lässt anfangs die Kerne noch erkennen, später dagegen schwindet jede Andeutung der ursprünglichen Kerne in derselben; im Innenraume des Bläschens ist ausser der Scheidewand, die zuweilen erst später zu Grunde geht, anfangs kein irgendwie geformter Inhalt zu erkennen.

Nachdem aber im Innenraume die ursprüngliche Scheidewand verschwunden ist, kann sich der Inhalt selbst wieder eigenthümlich gestalten und verändern. Die Entwickelungsformen, welche daraus hervorgehen, fallen mit jenen zusammen, die in den sogenannten Blastemen entstehen, von welchen weiter unten die Rede sein soll.

Die Kernschale, deren Horizontalschnitt als ein den Markraum umgebender Ring von grösserer oder geringerer Breite erscheint, erleidet selbst wieder verschiedene Veränderungen. Die wichtigsten derselben sind: die ganze Kernschale oder ein Theil derselben fliesst überhaupt mit dem Markraume zusammen; der so vergrösserte Markraum bildet dann im ersten Falle zwei Drittheile plus der Einheit des Durchmessers der ganzen Muttercyste; derartige Fälle gehören nicht zu den seltenen. Im zweiten Falle theilt sich die Kernschale in concentrische Schichten, deren Dicke durch das allgemeine Entwickelungsgesetz bestimmt wird.

Oder es verschmilzt die Kernschale mit der Aussenschale, und diese beiden Theile metamorphosiren sich in ähnlicher Weise; sie zerfallen nach der Formel $Z = n\,K - (n-1)\ 0{\cdot}0005$ in concentrische Schichten, die in makroskopischen Theilen eben so vielen Lagen, z. B. einer Membrane entsprechen, oder jede von diesen Schichten hat wieder ihre eigenthümliche Metamorphose, z. B. die innerste und mittlere wird Epithel, darauf folgt Bindegewebe u. dgl., wie später noch zur Sprache kommen wird.

In einem anderen Falle bildet sich keine Kernschale, wohl aber die Aussenschale, und das bereits entwickelte kernartige Gebilde scheint als bläschenähnliches Gebilde der Innenwand der Muttercyste aufzusitzen (Fig. 11), und irre ich nicht, einer selbstständigen Entwickelung ganz nach Art von Keimen fähig zu sein, wodurch eine endogene Cystenbildung mit an der Innenwand aufsitzenden Cysten hervorginge.

Was die Aussenschale betrifft, so erfolgt deren Metamorphose fast in ähnlicher Art, wie jene der Kernschale. In den meisten Fällen zertheilt sie sich in concentrische Lagen, die bei fortwährender Vergrösserung mit neuen Gewebselementen sich füllen; dass bei der Theilung in Schichten wieder das Gesetz $Z = n\,K - (n-1)\ 0{\cdot}5$ eingehalten werde, und die Dicke der Schichten dieser Formel entspricht, bedarf keiner weiteren Erwähnung. Die Metamorphose der Schichten ist dabei entweder eine gleiche oder sie ist von Schicht zu Schicht verschieden.

Aber nicht immer hat die Natur ihre Entwickelungen an diese Zwischenglieder gebunden, sondern sie weiss auch ähnliche Formen wie die bisher beschriebenen auf einem anderen Wege zu erzeugen. Die Blastemfurchung ist ein in der organischen Natur weit verbreiteter Process, welcher die Mittel bietet, durch eine Combination verwandter Formen die verwickeltsten Aufgaben thierischer Architektonik zu lösen.

Blasteme entwickeln sich in allen jenen thierischen Flüssigkeiten, welche zur Bildung organischer Theile bestimmt sind. Mit dem Auftreten der Blasteme verlassen diese plastischen Flüssigkeiten den Zustand der formellen Indifferenz, indem sie selbstständige Formen entwickeln. Blasteme nenne ich kugelartige Massen, welche den Gallertkugeln fast ähnlich, farblos, durchsichtig, schattenlos sind, ihre ursprünglich runde Form gleich tropfenartigen Gebilden leicht verändern, mannigfacher Verbindungen, Theilungen fähig sind, und aus Proteïnsubstanz bestehen. Sie bilden die Grundlage aller grösseren thierischen Theile, und sie sind es auch, mit deren Veränderungen wir uns im Folgenden hauptsächlich beschäftigen werden. Einige der wichtigeren Veränderungen werde ich vorausschicken.

Das Blastem — ein mikroskopisches Gebilde — kann, da es ganz durchsichtig ist, in der plastischen Flüssigkeit, in der es vorkommt, oft nur mit Mühe gesehen werden. Bald aber tritt es dadurch deutlicher hervor, dass sich seine periphere Schichte trübt, während das Innere hell bleibt. Zusatz von Weingeist hebt diesen Unterschied noch deutlicher hervor. Dieser Trübung folgt bald eine grössere Zähigkeit der äusseren Schichte, und hiermit ist der Anfang eines bläschenartigen Gebildes gegeben. Die Dicke der äusseren Schicht — Wandschichte von nun an genannt — ist aber keineswegs eine ganz zufällige; sie folgt vielmehr dem allgemeinen Entwickelungsgesetze $S = 3M + 1$ und $Z = nK - (n-1)\ 0{\cdot}5$, d. h. sie lässt sich gerade so berechnen, als wäre sie ein aliquoter Theil der oben sogenannten Aussenschale oder diese Aussenschale der Keim selbst, und ihre Berechnung soll später auch wirklich auf dieses Gesetz gegründet werden. Hat sich das Blastem in dieser Weise zu einem bläschenartigen Gebilde umgestaltet, so wird es von mir Keim genannt, wie jene oben geschilderten aus Aussenschale, Kernschale und Markraum bestehenden Gebilde. Seine Form ist in Fig. 12 abgebildet.

Im Innern des so erzeugten Keimes (dessen Wände man aber ja noch nicht starr und unbeweglich sich denken möge) erscheint nun die Bildung zweier kugeliger Massen (Fig. 13); diesen Bildungsprocess nenne ich nach einem bekannten Vorgange die Blastemfurchung; jede der neuen einander berührenden Blastemmassen die Furchungskugeln; den sie trennenden, meridianartig verlaufenden, im Durchschnitte dreiseitigen Raum *abc* heisse ich Furchungsmulde oder Mulde schlechtweg, und Hauptmulde im Hinblicke auf ähnliche kleinere, durch spätere Furchungen entstandene Zwischenräume. Mannigfach sind die Veränderungen, welche die eben genannten Theile und Räume durchlaufen können.

Die beiden neuerzeugten Blasteme oder Furchungskugeln behalten ihre runde Form bei, aber entwickeln sich gleichfalls zu Keimen (Fig. 14) in der oben angegebenen Art. Wo die Wände dieser Keime die Wand des Mutterkeimes berühren, bleiben sie entweder von derselben getrennt, oder sie verschmelzen mit derselben vollständig (Fig. 15). Dort aber, wo sich die beiden Tochterkeime berühren, zeigen ihre Wandstücke sehr mannigfache Entwickelungen, und zwar: Die Wände verschwinden hier völlig und die Tochterkeime fliessen ganz in einander (Fig. 16); oder es verschmelzen nur die Wände aber nicht die Keimhöhlen (Fig. 17), und es bildet sich sonach zwischen den beiden Keimhöhlen eine mehr minder dicke, übrigens aus dem Entwickelungsgesetze berechenbare Scheidewand, oder es verschmelzen nur aliquote Theile der sich berührenden Keimwände, und die Scheidewand wird dadurch sehr dünn, fast fadenartig (Fig. 18), oder die Berührungswände verschmelzen ganz oder zum Theile, aber die so gebildete Scheidewand spaltet sich in mehrere Schichten (Fig. 19), deren Dicke wieder aus dem allgemeinen Entwickelungsgesetze berechnet werden kann. Ähnliche Schichtenspaltungen sind überhaupt in der ganzen äusseren Schichte der Tochterkeime möglich, und immer gehen sie nach dem bekannten Gesetze vor sich.

Die ursprünglichen Mulden verschwinden entweder durch gegenseitige Abplattung der Tochterkeime (Fig. 17), oder sie sind zwar bleibend, aber werden nicht selten kleiner und erhalten andere Formen (Fig. 15). Sie füllen sich wieder entweder mit plastischer Masse, oder mit kugeligen Blastemen (Fig. 19), und zwar entweder ganz oder nur an zwei entgegengesetzten Polen (Fig. 20), oder selbst nur an einem Pole (Fig. 21). Diese Keime werde ich Muldenkeime nennen.

In Folge der Theilung oder Furchung des Inhaltes der Keime ändert sich gewöhnlich die Grösse und die Form des Mutterkeimes. Die früher runde Muttercyste wird nämlich in der Richtung länger, welche senkrecht steht auf die Theilungsfurche; häufig, wenn auch nicht immer, beträgt diese Verlängerung $1/3$ der vorigen Grösse, so dass nun der eine Durchmesser den andern um $1/3$ der Länge des letzteren übertrifft. Durch successive Theilung nach derselben Richtung wird der eine Durchmesser um $1/2$, um die ganze Länge des zweiten Durchmessers grösser u. s. w., die ursprüngliche Blase nimmt allmählich die Form eines sehr gedehnten Ellipsoides, zuletzt mehr die Röhrenform an. Die weiteren Untersuchungen werden mir Gelegenheit geben, die nöthigen Belege für das Gesagte zu liefern.

Oft bleibt übrigens auch die ursprünglich runde Form trotz der vor sich gehenden Theilung, indem die Blasteme in der mit der Theilungsfurche parallelen Richtung sich nach einem grösseren Coëfficienten *m* entwickeln.

Bildet sich in der Hauptmulde zwischen den beiden Tochterkeimen ein neuer Keim, eine Art Knospe, und verschmilzt diese zuletzt mit dem einen oder dem anderen Tochterkeime (selten geschieht es mit beiden), so entstehen verschiedene Formen, welche besonders bei ellipsoiden Muttercysten hervorzuheben sind:

1. Die Anlagerung und die Verschmelzung des neuen Keimes erfolgt an dem Pole der Ellipse (Fig. 22).

2. Der Keim lagert sich in der Theilungsfurche, und zwar an einer beliebigen Stelle derselben ab. Hierdurch entsteht eine Form, welche im Aufrisse durch die Figur 23 dargestellt wird. Durch verschiedene Umstände, wie durch besondere Abplattung der Keime, ungleiche Entwickelung beider Tochterkeime, sei es in der Länge oder Breite, durch übergrosse Entwickelung des Muldenkeimes und dergleichen können noch ferner andere Formen entstehen, von denen die Fig. 24, 25 Beispiele abgeben. Dass übrigens für alle diese Formen bestimmte numerische Verhältnisse nachgewiesen werden könnten, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Haben sich zwei Tochterkeime besonders in einer, auf die Theilungsfurche senkrechten Richtung röhrenartig verlängert, so gibt die Entwickelung des Muldenkeimes zur seitlichen Astbildung Veranlassung (Fig. 26, 27), und der Querdurchmesser des Astes ver-

hält sich dann gewöhnlich zum Querdurchmesser des Stammes, wie 1 : 3. Geht die Entwickelung des Muldenkeimes am Ende einer röhrenartig verlängerten Muttercyste oder am Ende einer Röhre überhaupt vor sich, so erscheint dieses Ende dadurch kolbig erweitert, und der Durchmesser dieses Kolbens (Fig. 28, 29) ist oft gleich dem Durchmesser dieser Röhre plus $\frac{1}{3}$ dieses um 0·0001 P. Z. verminderten Durchmessers. Beträgt z. B. der Durchmesser der Röhre 0·0019 P. Z., so ist der Durchmesser des kolbigen Endes $= 0\cdot0019 + \frac{0\cdot0019-0\cdot0001}{3} = 0\cdot0025$. Ich habe in meiner Arbeit über die Knochenentwickelung den Grund angedeutet, auf welchem diese Erscheinung fusst. Entsteht in letzterer abermal ein Muldenblastem, so bildet sich die Figur 30 und man sieht, wie diese Art Entwickelung zur Sprossen- und Astbildung Veranlassung geben kann. So viel einstweilen hierüber im Allgemeinen.

Gerade die Muldenblasteme bilden sehr häufig jene Punkte, an welche sich andere Blasteme anlagern, um röhrenartige Verzweigungen, Netzwerke und andere Gebilde zu erzeugen, deren mannigfache Gestaltung und Entwickelung eben Zweck der anatomischen Forschung ist. Sie verdienen daher eine besondere Aufmerksamkeit.

Ihre Zahl ist entweder eine sehr beschränkte oder es entstehen fort und fort neue Blasteme, so wie durch Vergrösserung der umliegenden Keime neuer Raum geboten wird, wie dies aus den späteren Untersuchungen noch zur Genüge erhellen wird.

Endlich ist auch noch zu erwähnen, dass, woferne eine oder zwei unpaare Muldenblasteme vorhanden sind, diese auch mit den in der Scheidewand befindlichen Blastemen nach der in der Figur 31 angegebenen Art in eine Masse verschmelzen können.

Wie das Mutterplastem nach seiner Umwandlung in einen Keim, so ist auch jedes der Tochterblasteme entweder als solches, oder nachdem es Keim geworden, einer neuen Furchung fähig. So entstehen ausser den Hauptmulden noch Nebenmulden und Blasteme oder Keime der ersten, zweiten, dritten Ordnung.

Jeder Keim der ersten Ordnung entwickelt anfangs in seinem Innern nur zwei Blasteme oder Keime der zweiten Ordnung (Fig. 32). Hierdurch erhält die Furchungsmulde eine kreuzförmige Gestalt, und wieder sind hierbei verschiedene Fälle möglich.

Die sich berührenden Wände der Keime verschmelzen vollständig. Hierdurch entsteht die in der Figur 33 abgebildete Gestalt.

Das Innere des Keimes unterliegt einer anderen Umwandlung, als die kreuzförmige Mulde; jenes entwickelt z. B. Zellen, diese dagegen entwickelt sich zu einem faserigen Gewebe.

Oder die sich berührenden Wände spalten sich in mehrere Schichten, von denen nur die einander unmittelbar anliegenden verschmelzen. Jede dieser Schichten kann sich unabhängig von der nächsten und histiologisch von dieser verschieden entwickeln.

Der Raum *a*, Fig. 33, wo alle 4 Keime zusammentreffen, hat anfangs eine vierseitige Form, nimmt später häufig einen rundlichen Querschnitt an, und ist an den Endpunkten (in der Zeichnung in einer auf der Ebene des Papieres senkrechten Richtung) trichterartig erweitert; dieser Raum ist besonders wichtig, ist häufig ganz selbstständiger Entwickelungen fähig, die ihn umschliessenden Keimwände ergänzen sich häufig, fliessen um diesen Raum zusammen und bilden dadurch einen vollständigen Canal.

Jede Muldenerweiterung am Ende der kleineren Furchungsrinnen (*a*, Fig. 32) ist geeignet, ein oder mehrere Blasteme zu entwickeln, die entweder eine rundliche Form besitzen oder auch die Gestalt des Muldenraumes annehmen. Und auch hier treten nun wieder mannigfache Verhältnisse auf.

Die in diesen Erweiterungen abgelagerten Blasteme entwickeln sich isolirt und unabhängig von allen anderen nebenliegenden (Fig. 34).

Oder sie bilden sich in Keime um, deren Innenräume mit jenen der anliegenden Kreuzungsmulde zusammenmünden (Fig. 35).

Oder sie fliessen mit den benachbarten Keimen zweiter Ordnung zusammen, und wieder entweder so, dass ihre Innenräume communiciren, oder bloss in der Art, dass die sich berührenden Wände verschmelzen. In dem letzteren Falle wiederholen sich wieder alle Einzelheiten an den Furchungsmulden, die bereits oben auseinander gesetzt worden sind.

Jedes Muldenblastem kann aber ganz in derselben Weise nach seiner Entwickelung zum Keime durch fortwährende Spaltung im Keime der ersten, zweiten und jeder anderen Ordnung zerfallen, und immer werden sich dieselben Erscheinungen wiederholen.

Die Keime der zweiten Ordnung spalten sich wieder in je zwei Keime der dritten Ordnung, diese in je zwei Keime der vierten Ordnung u. s. w., und so entstehen in dem ursprünglichen Mutterkeime 2, dann 4, dann 8, 16 neue Blasteme und Keime, wie mit den ent-

sprechenden Muldenkeimen, mithin durch die erste Theilung 4 Keime (Fig. 20), durch die zweite Theilung 8 Keime u. s. f. (Fig. 34), wobei sich die eigentlichen Muldenkeime von den dazu gehörigen anderen Keimen durch ihre relative Kleinheit unterscheiden. Zwischen mehreren benachbarten Keimen finden aber wieder alle jene Verschiedenheiten in der Verbindung Statt, deren bereits oben bei den Keimen erster und zweiter Ordnung Erwähnung geschah. Hierdurch wird das Bild zuletzt ein sehr zusammengesetztes.

In allen den Mulden, die durch diese Theilung entstehen, bilden sich nach und nach so viele neue Keime als Platz darin finden; in der weiteren Ausbildung herrscht eine grosse Selbstständigkeit. Oft entwickeln sich alle in den zusammenfliessenden Mulden liegenden Blastemmassen in ähnlicher Weise, die zwischen liegenden Theile wieder unter sich gleich, u. s. w.

Verschwindet die Wand des ursprünglichen Mutterkeimes, so entsteht die Form 36.

Geht die Blastemfurchung ins Unbestimmte fort, ohne dass Keime entstehen, so bildet sich die Figur 37.

Die weitere Entwickelung dieser verschiedenen Abtheilungen der nun makroskopisch gewordenen Blase geht nach denselben im Allgemeinen erörterten Gesetzen und Bedingungen vor sich, und wie mit der Vergrösserung der Blase die einzelnen Räume derselben grösser werden, beginnt auch in den in denselben abgelagerten Blastemen die Spaltung derselben und hierdurch abermal die Bildung des Markraumes mit Kern- und Aussenschale in der nun zum bläschenartigen Keime gestalteten Blastemmasse. Von diesen neugebildeten Keimen werden übrigens so manche, da bereits andere fester gebildete Formen vorhanden sind, nicht mehr in der runden Form erscheinen, sondern nur die Form des ihnen gebotenen Raumes annehmen. Dies gilt namentlich häufig von den Muldenzellen. Hierdurch entstehen zuweilen polyedrische Formen, oder wohl auch noch andere, wie sie eben nur aus einer Abplattung hervorgehen können; namentlich bei Knorpeln findet man oft die sonderbarsten Formen, oft aber behalten die neuen Keime fort und fort ihre ursprüngliche kugelige Form bei, so viele derselben auch entstehen mögen. Ablagerungsstätte der letzteren werden theils, wie bereits erörtert, die Innenräume der schon vorhandenen Bläschen, theils die zwischen den kugeligen Formen zurückbleibenden Zwischenräume, wie dies in der Figur 38

dargestellt ist. Dass in dem letzteren Falle bestimmte numerische Verhältnisse für die einzelnen Formen unter der Bedingung nachgewiesen werden können, dass überhaupt alle Theile in Kugelform sich bilden, bedarf keiner weiteren Erwähnung. Erhalten die Keime eine andere als die Kugelform, so gilt die Regel, dass die später entstandenen ihre Form den bereits vorhandenen anpassen.

Die so gebildeten blasenartigen Keime mit ihrem mannigfach beschaffenen Inhalte verbinden sich und verschmelzen wohl auch nicht selten zu ganzen Systemen. Natürlich ist auch dieser Vorgang an gewisse Gesetze gebunden, deren Erforschung gewiss keine undankbare Aufgabe sein würde. Ich werde hier nur die zwei Hauptformen dieser Verbindungen in Kürze auseinander setzen.

Ich nenne eine Verbindung zweier oder mehrerer dieser Keime eine äussere, wenn sich eben nur die Aussenschalen derselben an einander lagern und mit einander verschmelzen (Fig. 39, *a*). Es entstehen hier Formen, die ich in der Figur dargestellt habe. Diese Art der Verbindung ist eine sehr häufige und die Grundlage des Drüsensystems. Die mit einander verschmolzenen Räume füllen sich mit neuen Elementen, und wandeln sich je nach Zweck und Umständen entweder zu einem Röhren- oder zu einem Fasersysteme um. Die dazwischen liegenden Markräume (*A*) bleiben entweder hohl und füllen sich mit Flüssigkeit, oder sind die Ablagerungsorte neuer aber von jenen in der Aussenschale befindlichen verschiedenen Elemente, und sie können wieder selbst unter einander in Verbindung treten, ein von dem ersteren verschiedenes Röhrensystem bildend, oder aber sie fallen zusammen, ihre Wände dehisciren zuletzt vollständig und hinterlassen eine Lücke, welche nur hie und da noch von Membranresten überbrückt erscheint. Ich werde diese, in der Regel bedeutend vergrösserten Räume bei den Untersuchungen, bei denen sie berücksichtigt werden müssen, L a c u n e n nennen. Bei dieser Art von Verbindung kann die Kernschale entweder gleichfalls mit der Aussenschale verschmelzen, oder sie bleibt in ihrer Entwickelung strenge von letzterer geschieden.

Eine andere Art von Verbindung, welche ich mit dem Namen, „vollständige" oder Verschmelzung belege, findet dann Statt, wenn mehrere hinter einander liegende Bläschen mit ihren gleichnamigen Theilen vollkommen in einander überfliessen (Fig. 39, *b*). Sie ist diejenige Art der Verbindung, die man sich bei der Entwickelung der im Thierorganismus vorhandenen Röhren wirksam dachte, und ich

habe allen Grund, ihr häufiges Vorkommen anzunehmen. Bei dieser Art Verschmelzung verbindet sich Aussenschale mit Aussenschale, Kernschale mit Kernschale, Markraum mit Markraum; erstere beide, indem sie die Wände der Röhre bilden, während die in einander fliessenden Markräume die Höhlungen der Canäle veranlassen. Diese Verschmelzung ist wieder eine centrale, indem die gebildeten Röhren eine ganz gerade oder nur wenig gebogene Richtung haben, oder sie wird zur excentrischen, indem sich mit Benützung des Muldenraumes ein Bläschen an ein anderes anlegt. Diese letztere Art ist bereits oben erörtert worden.

Ich habe diese allgemeinen, der Erfahrung entnommenen Sätze vorangestellt, selbst auf die Gefahr hin, dass man sie für künstlich erdachte und nicht in der Wirklichkeit begründete nehmen könnte. Ich hielt es nämlich für zweckmässig, so viel herauszuheben als zur Orientirung in den detaillirten Untersuchungen nothwendig ist, und wende mich nun zu dieser Detailuntersuchung selbst. Ich beginne mit den Durchmesser-Bestimmungen über Blutgefässe.

Ich habe an Blutgefässen von Erwachsenen das Verhältniss des Lumens zur Dicke ihrer Wände zu dem Zwecke untersucht, um über die Art der Entwickelung dieser Röhren Aufschlüsse zu erhalten. Zeigt sich nämlich hier zwischen Lumen und Wanddicke ein ähnliches durch Zahlen ausdrückbares Gesetz, wie bei Knorpeln und Knochen zwischen dem Lumen einer Markröhre und der Dicke des umgebenden Knorpel- oder Knochenwalles, dann, glaube ich, wird kaum ein gegründeter Zweifel über die ganz ähnliche Entwickelung dieser verschiedenen Theile obwalten. Dann entwickeln sich auch die Blutgefässe nicht unmittelbar durch das Verschmelzen einfacher Zellen, sondern nach vorausgegangener aus der Verbindung zweier Zellen erfolgter Bildung von Markräumen mit Kern- und Aussenschale, und erst nachträglichem Zusammenflusse dieser anfangs isolirt auftretenden Gebilde. Spaltung des Inhaltes einer Mutterzelle, seitliche Verwachsung zweier sich unmittelbar berührenden Zellen, dies sind die ersten Vorgänge, die bei der Gefässbildung auftreten; ihnen folgt erst die reihenweise Verschmelzung hinter einander liegender Keime nach einem bestimmten Gesetze. Ich führe sonach eine neue Beweisart in die Entwickelungsgeschichte ein; wo die Zartheit der Theile, wie bei den feineren Blutgefässen, eine directe Beobachtung ihrer Entwickelung schwer möglich macht, wird man aus dem ausgebildeten Theile auf die Art seiner Entwickelung mit Sicherheit zurückschliessen können. Wo sich

streitige Fragen über die Art der Entwickelung ergeben, dürfte diese Beweisführung Ansprüche auf den Namen der Zweckmässigkeit sich erwerben. Hierbei ist ausführlich hervorzuheben, dass von der Thatsache ausgegangen wird, dass die sogenannten Zellenkerne nicht wandständige, sondern centrale Gebilde sind; dass sie zwar häufig, aber durchaus nicht immer in einer von den anderen Theilen verschiedenen Weise sich entwickeln (wobei im Vorbeigehen bemerkt werden soll, dass ihr Verhalten gegen Essigsäure zwar häufig in der bekannten Weise erscheint, aber nicht benutzt werden soll, um bei einem fertigen Gewebstheile auf dessen Entwickelung aus Kernen zu schliessen) und dass den Kernen eine viel grössere Entwickelungsfähigkeit eigen ist, als ihnen gewöhnlich zugeschrieben wird.

Bei Blutgefässen und anderen säfteführenden Canälen wird eine viel grössere Regelmässigkeit in der Entwickelung durch die Bestimmung dieser Röhren gefordert werden als bei Knorpeln oder Knochen. Bei diesen kommt es auf Solidität der Wände der Knochenröhren, weniger dagegen auf symmetrische Dicke an; bei ihnen ist wenigstens an vielen Stellen der röhrige Bau mehr Nebensache oder nur ein Behelf für die grössere Festigkeit bei geringerer Masse; bei säfteführenden Canälen dagegen ist die gleich starke Entwickelung der Wände die nothwendige Bedingung einer ungestörten Verrichtung, und die Weite des Hohlraumes muss wohl so gross sein, als sie nur immer unbeschadet der Festigkeit der Wände sein kann. Hieraus ergeben sich zwei Bedingungen, die wir bei den Untersuchungen über die Gefässe fortwährend im Auge halten müssen. Die erste ist die, dass wir nur regelmässige Formen und Verhältnisse den Massbestimmungen zu Grunde legen dürfen; die zweite die, dass wir hauptsächlich eine excentrische, sehr selten dagegen eine concentrische Entwickelung aufzusuchen bereit sein müssen. Meinen Untersuchungen werde ich daher immer eine vollständig regelmässige Anordnung in den Zellen zu Grunde legen, welche zur Gefässbildung bestimmt sind, d. h. ich werde immer annehmen, dass in den zur Röhre zusammenfliessenden Zellen, die Kerne entweder eine vollständig centrale Lage besitzen, oder dass die mit einander seitlich sich verbindenden Zellen genau wandständige Kerne und zwar entweder an der äusseren oder inneren Wand besitzen, d. h. dass, nach meiner bei den Knochen eingeführten Bezeichnungsweise, die Combination eine gleichsinnige oder widersinnige, aber nie eine doppelsinnige sei.

Hierbei können die gleichsinnigen Combinationen nur solche mit centralständigem Kerne, die widersinnigen Combinationen aber solche mit dem Maximo oder Minimo sein.

Eine endogene Zellen-Entwickelung in der Art, dass sich in einem fertigen Markraume eine neue Combination mit einem neuen Markraume bildet, findet sich nur bei den grösseren Arterien, und vielleicht auch bei diesen nicht häufig; ich werde im Verlaufe Gelegenheit haben, einen oder den anderen Fall zu erwähnen.

Ich führe nun zunächst eine Reihe von Messungen an, welche zur Aufgabe haben, das Verhältniss der Dicke der Wand zum Durchmesser der Gefässlichte festzustellen. Gemessen wurde der Durchmesser des ganzen Gefässes, dann der Durchmesser der Lichtung; bei der Berechnung wurde von der Formel $S = 3\ M + 0{\cdot}0001$ ausgegangen. Jede Messung wurde, und dies gilt für die ganze Abhandlung, mehrmals (zum mindesten zweimal, in einigen Fällen selbst achtmal) wiederholt, und die in den folgenden Tabellen angegebenen Zahlen sind daher immer Mittelzahlen aus meist sehr genau stimmenden Messungen; zur mikrometrischen Messung wurden nur Präparate verwendet, welche durch ihre regelmässige Form und Lagerung die natürlichsten Verhältnisse erwarten liessen. Die Präparationsmethode werde ich bei den einzelnen Gegenständen angeben; was die Gefässe betrifft, so ist dies höchst einfach, da nur hautartige durchsichtige Theile, wie Hirnhäute, Netze und dergleichen, zur Untersuchung angewendet wurden. Diese Theile wurden, ohne Zerrung anzuwenden, auf eine Glastafel ausgebreitet; Wasser wurde nur so viel zugesetzt, als zum Ersatze für die Verdunstung nöthig war; Zusatz von Essigsäure erwies sich namentlich an mehrhäutigen Gefässen wegen der daraus entstehenden unregelmässigen Faltung als unzweckmässig. Grössere Gefässe wurden weniger als kleine benützt, da sie durch die Lage auf einer Glasplatte leicht eine der Berechnung ungünstige Abplattung erleiden; die Untersuchung an den Aorten wurde daher hauptsächlich an Durchschnitten, die durch den Fötus gemacht wurden, vorgenommen, wo die Beschaffenheit der das Rohr umgebenden Theile eine Formveränderung nicht zuliess, oder das Gefäss wurde auch in zwei Hauptdimensionen gemessen, und aus beiden Messungen das Mittel genommen und dies der Berechnung zu Grunde gelegt. Wo es nicht ausdrücklich anders bemerkt worden, sind alle Messungen mikrometrische; bei kleinen Gegenständen unter Anwendung einer 300—400fachen,

bei grösseren Objecten mit Beihülfe einer 50 — 100maligen Vergrösserung. Als Masseinheit wurde 0·0001 Pariser Zoll genommen, so dass durch die ganze Abhandlung die ganzen Zahlen immer als Zehntausendstel Pariser Zolle gelesen werden müssen.

Wie oben bemerkt worden, bin ich bei den Berechnungen von der Formel $S = 3\,M + 0{\cdot}0001$ ausgegangen, welche auf der Voraussetzung beruht, dass die beiden sich mit einander verbindenden Zellen vollständig centralständige Kerne besitzen; ich werde daher auch Fälle, auf die jene Formel angewendet werden kann, den anderen vorausschicken. Gleichgültig ist es hierbei für die Berechnung, ob die beiden Zellen mit ihren Kernen gleich gross sind oder nicht; dies wird wohl Einfluss auf die Symmetrie, keinen aber auf die Grösse des Lumens haben. Dass es übrigens Gefässe gibt, deren Wände nicht allenthalben gleich dick sind, davon wird man sich bei Untersuchungen physiologischer Theile leicht überzeugen. Der genaue Ausdruck $S = 3\,M + 1$ passt übrigens nur für Gefässe, die in der Entwickelung begriffen sind, und bei diesen nur für kurze Zeit; für alle anderen Gefässe ist bereits eine verhältnissmässig bedeutende Vergrösserung des Lumens anzunehmen.

Das die Blutcanäle umgebende Bindegewebe wurde nicht in Rechnung gebracht, doch steht es, wie ich mich überzeugte, gleichfalls in einem aus jener Formel abzuleitenden Verhältnisse zur Dicke des Gefässes.

Was nun die Rechnung betrifft, so ist sie einfach folgende: die gemessene Gefässbreite wird in jedem Falle um die Einheit vermindert, und dann die so erhaltene Zahl mit dem gemessenen Gefässlumen verglichen. Ist die erste Zahl durch die letzte ohne Rest theilbar, so gibt der Quotient den Werth des Coëfficienten n, der gewöhnlich 2 oder 3 ist, und wie bekannt von mir der Wachsthumscoëfficient genannt wird. Trifft dagegen wie es gewöhnlich der Fall ist, dieses ursprüngliche Verhältniss nicht ein, so verfährt man in folgender Art: Man zieht den Durchmesser des Gefässlumens von der Gesammtbreite des Gefässes ab, und vermindert den gefundenen Rest um die Einheit. Ist nun durch den so gefundenen Rest das Gefässlumen ohne Rest theilbar, so ist der erhaltene Quotient die Hälfte des Werthes des Vergrösserungscoëfficientem m, und man erhält die doppelte Dicke der Aussenschale, wenn man diesen Rest durch 2 theilt, die doppelte Dicke der Kernschale, wenn man den durch die Division mit

2 erhaltenen Quotienten um die Einheit vermehrt; den Werth von m, wenn man den anfangs versuchsweise gefundenen mit 2 multiplicirt. Ist aber das Marklumen durch den um die Einheit verminderten Rest nicht theilbar, so versuche man den letzteren durch 3 zu theilen. Ist der hierdurch erhaltene Quotient von der Art, dass das gemessene Marklumen durch ihn ohne Rest getheilt werden kann, so ist dies ein Beweis, dass der Werth des Wachsthumscoëfficienten n nicht 3 sondern 2 lauten soll. Bei diesem Werthe ist wie aus meiner Abhandlung über die Knochenentwickelung hervor geht, die Kernschale doppelt so gross wie die Aussenschale oder der Markraum. Theilt man nun durch den mit dem Divisor 3 gefundenen Quotienten den gemessenen Markraum, so gibt die erhaltene ganze Zahl den Werth des Vergrösserungscoëfficienten m. Sollte auch diese Berechnungsart nicht zum erwünschten Ziele führen, dann ist eine andere Methode anzuwenden, von der ich später Erwähnung thun werde. Beispiele werden das Ganze verdeutlichen.

Es seien durch Messung gefunden: der Durchmesser des Gefässes $= 16 \cdot 0$ das Gefässlumen $= 5 \cdot 0$, so erhält man mit dem Wachsthumscoëfficienten 3 folgende Werthe $\frac{16-1}{3} = 5 \cdot 0$ für die doppelte Dicke der Aussenschale, $6 \cdot 0$ für die doppelte Dicke der Kernwand; hat man die Gefässscheide dabei mit gemessen, so entspricht $5 \cdot 0$ — die Dicke der Aussenschale — möglicher Weise der doppelten Dicke der Gefässscheide. Der doppelte Werth der Kernschale zerlegt sich aber vielleicht wieder nach dem Coëfficienten 3 in 2 Theile und zwar in $\frac{6-1}{3} = 1 \cdot 66 \,.\,.$ was der doppelten Dicke der inneren Gefässhaut entspricht, und 4·33.. für die doppelte Dicke der äusseren (quer-ovalen) Gefässhaut; und das mehrfach angeführte Entwickelungsgesetz wird sich in dieser Weise bis in die kleinste Abtheilung verfolgen lassen.

Ein Beispiel für den Wachsthumscoëfficienten 2. Der Durchmesser des Gefässes sei 17, das Gefässlumen 4, so erhält man $\frac{17-1}{4} = 4 \cdot 0$ für die doppelte Dicke der Aussenwand, 9 für die doppelte Dicke der Kernwand, welche letztere aber wohl selten aus Gewebstheilen derselben Art bestehen, sondern sich entweder nach dem Coëfficienten 2 oder 3 in Schichten spalten wird, die, was Bau und Verrichtung betrifft, von einander abweichen.

Um auch Beispiele für die Vergrösserungscoëfficienten anzuführen, sei der Durchmesser eines Rohres 29, jener der Gefässlichte

20, so erhält man durch Subtraction 29 — 20 = 9 für die doppelte Dicke der Wände. Für den Wachsthumscoëfficienten 3 ist dann, wie Jeder leicht sich selbst ableiten wird, die Berechnung folgende: $\frac{9-1}{2} = 4·0$ nämlich die doppelte Dicke der Aussenwand; dies mit dem Gefässlumen verglichen, gibt den Werth des Coëfficienten $m = 5·0$. Die Kernschale beträgt in ihrer doppelten Dicke gleichfalls 5·0.

Für den Wachsthumscoëfficienten 2 endlich ergäbe sich eine ähnliche Rechnung: Es sei die Gefässbreite 19, das Gefässlumen 12, so erhält man durch Subtraction 19 — 12 = 7. Dieser Rest wird um die Einheit vermindert und dann durch 3 getheilt und man erhält $\frac{7-1}{3} = 2$ für die doppelte Dicke der Aussenwand, folglich 5 für die doppelte Dicke der Kernwand, und da das Gefässlumen 12 beträgt $\frac{12}{2} = 6$ für den Werth des Vergrösserungscoëfficienten m. Man wird diese Berechnungsarten leicht verstehen, wenn man bemerkt, dass die Aussenschale und die Kernschale für den Coëfficienten 2 in ihrer doppelt genommenen Dicke nur um die Einheit differiren, sich dagegen für den Coëfficienten 2 bei centralständigen Kernen wie 1:2 verhalten, wenn von der doppelten Dicke der Kernwand die Einheit abgezogen worden ist.

Die höchst verschiedenen Grössen, welche gemessen worden sind, machen es begreiflich, dass die Fehlergrenzen sehr verschieden gezogen worden sind. Bei Messungen von Zehntausendstel Zollen darf die Fehlergrenze nicht mehr als 0·00002 P. Z. nach beiden Seiten hin betragen; bei Tausendstel von Zollen wird man 0·0001 P. Z. nach beiden Seiten hin noch nicht zu gross finden; für ganze Pariser Linien glaubte ich nach Umständen eine Fehlergrösse von 0·0005 P. Z. nach deiden Seiten annehmen zu dürfen.

Was die Einrichtung der Tabellen betrifft, so ist sie ungefähr diejenige, welche ich in meiner früheren Abhandlung über die Knochenentwickelung angewandt habe. In der ersten Spalte finden sich die Numern der Beobachtung, hierauf kommen in zwei Spalten die durch Messung gefundenen Werthe, in den anderen Spalten die durch Rechnung gefundenen Werthe der Aussenwand, der Kernwand und des Gefässlumens; dem Unterschiede zwischen der Rechnung und Beobachtung ist eine eigene Spalte eingeräumt, der Unterschied ist als positiv oder negativ bezeichnet, je nachdem der berechnete Werth zu gross oder zu klein gefunden wurde; die zwei letzten Spalten endlich enthalten den Werth des Wachsthumscoëfficienten n und des Ver-

grösserungs-Coëfficienten m. Etwaige Abweichungen von dieser Einrichtung werden ausdrücklich bemerkt werden.

Die folgende Tafel enthält nun eine Übersicht derjenigen Gefässe, welche der Berechnung zufolge aus combinirten Zellen mit centralständigen Kernen hervorgegangen sind.

1. Tabelle.

Zahl d. Beobachtung	Gefunden		Berechnet			Werth von m	Werth von n	Breite des Gefässes nach der Berechnung	Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung
	Breite des Gefässes	Lumen des Gefässes	Doppelte Breite der Aussenwand	Doppelte Breite der Kernwand	Lumen des Gefässes				
1	3·85	0·95	0·95	1·95	0·95	1	3	3·85	0
2	4·72	2·24	0·74	1·74	2·22	3	3	4 70	—0·02
3	5·533	3·866	0·222..	1·44	3·77	17	2	5·44	—0·09
4	6 3	4 13	0·585	1·585	4·095	7	3	6·265	—0·035
5	6·35	4·34	0·3366..	1·673	4·375	13	2	6·384	+0·034
6	6·5	4·0	0 5	2·0	4 0	8	2	6·5	0
7	6·85	4·1	0·5833..	2·166..	4·083	7	2	6·832	—0·018
8	6·9	4·4	0·5	2·0	4·5	9	2	7·0	+0·1
9	7·1	3·8	0·766..	2·533	3·833	5	2	7·13	+0·03
10	7·8	3·85	0·983..	2·966	3·932	4	2	7·882	+0·032
11	8·5	5·35	1·075	2·075	5·375	5	3	8·525	+0·025
12	8·5	6·0	0·75	1·75 .	6·0	8	3	8·5	0
13	9·0	7·2	0·4	1·4	7·2	18	3	9·0	0
14	9·1	4·6	1·166..	3·333	4·666	4	2	9·165	+0·065
15	9·52	5·68	1·42	2·42	5·68	4	3	9·52	0
16	9·66..	7·1	0·783..	1·783	7·047..	9	3	9·613	—0·053
17	10·0	7·3	0·566	2·132	7·359	13	2	10·057	+0·057
18	10·5	7·75	0·875	1·875	7·875	9	3	10·625	+0·075
19	10·12	7·3	0·91	1·91	7·28	8	3	10·10	—0·02
20	11·2	7·65	1·275	2·275	7·65	6	3	11·2	0
21	11·6	7·966..	1·317	2·317	7·902	6	3	11·536	—0·064
22	12·0	7·7	1·1	3·2	7·7	7	2	12·0	0
23	13·1	8 0	2·05	3·05	8·2	4	3	13·3	+0·2
24	14·0	10·7	0·766..	2·533..	10·733..	14	2	14·032	+0·032
25	15·2	11·5	0·9	2·8	11·7	13	2	15·4	+0·2
26	18·7	11·8	1·966..	4·833	11·799	6	2	18·599..	—0·1
27	24·0	17·15	2·875	3·875	17·25	6	3	24·0	0
28	26·166	18·9	3·33..	4·133..	18·799	6	3	26·066	—0·1
29	27·5	19·0	3·75	4·75	18·75	5	3	27·25	—0·25
30	28·1	19·75	2·45	5·9	19·6	8	2	27·95	—0·15
31	27·1	21·5	1·533.	4·066.	21·466..	14	2	27·065	—0·035
32	28·6	17·25	3·45	7·9	17·25	5	2	28·6	0
33	34·36	28·6	2·38	3·38	28·56	12	3	34·32	—0·14
34	45·0	14·66	14·66..	15·66..	14·66	1	3	45·0	0
35	46·0	15·0	15·0	16·0	15·0	1	3	45·0	—0·1
36	49·0	36·0	6·0	7·0	36·0	6	3	49·0	0
37	49·9	16·3	16·3	17·3	16·3	1	3	49 9	0
38	61·0	20·0	20·0	21·0	20·0	1	3	61·0	0
39	74·1	24 25	24·425	25·425	24·425	1	3	74·275	+0·175

Da sich in dieser Tabelle die positiven und negativen Differenzen geradezu aufheben, so mag das oben ausgesprochene Gesetz in diesen Fällen wenigstens als bewiesen angesehen werden. Zudem wird im weiteren Verlaufe dieser Abhandlung noch hinreichend Gelegenheit geboten werden, die Allgemeingültigkeit des Gesetzes, wenn auch gerade nicht an Gefässen, doch an anderen Canälen zu prüfen und zu erhärten.

Es wird sich übrigens bald zur Genüge herausstellen, dass bei grösseren Canälen und Gefässen eine zwar in demselben Gesetze gegründete aber doch vom bisherigen Typus in etwas abweichende Art der Entwickelung häufiger vorkommt, während kleinere Gefässe dem bisher erwähnten Typus mehr sich anpassen. Wenn der Werth des Vergrösserungs-Coëfficienten m für kleine Gefässe ein ungleich höherer ist als für grosse Gefässe, so rührt dies grösstentheils davon her, dass die kleinen Gefässe bei Erwachsenen, die grösseren Gefässe dagegen aus dem Gefässblatte des Hühnerfötus zum Theile genommen wurden. Je näher aber ein Gefäss nach seiner Entwickelung ist, desto mehr gilt für dasselbe das einfache Gesetz $B = 3\ L + 1$, wovon man sich leicht durch Untersuchungen an dem Gefässblatte der Keimscheibe und anderen fötalen Theilen wird überzeugen können.

Nebenbei kann bemerkt werden, dass die Gefässwände im Verhältnisse zum Lumen um so dicker sind, je kleiner die Gefässdimensionen überhaupt sind. So habe ich aus obiger Tabelle 5 Reihen gebildet, von denen jede 5 an Breite einander sehr nahekommende Gefässe enthält, den mittleren Durchmesser des Lumens und der ganzen Gefässbreite für jede Reihe bestimmt und dann als Verhältnisszahlen für das Lumen zum ganzen Gefässdurchmesser folgende gefunden:

Bei einer Gefässbreite 6·6 ein Lumen 4·2, folglich das Verhältniss 1:0·639; bei einer Gefässbreite 9·4 ein Lumen 6·1, folglich das Verhältniss 1:0·649; bei einer Gefässbreite 13·3 ein Lumen 9·16, folglich das Verhältniss 1:0·688; bei einer Gefässbreite 27·3 ein Lumen 19·3, folglich das Verhältniss 1:0·707. Die letzten Numern der obigen Tabelle dürfen desswegen hier nicht in Anbetracht kommen, weil sie, wie bemerkt, aus fötalen Theilen stammen.

Ich lasse dieser Übersicht nun noch andere folgen, bei welchen von der Voraussetzung ausgegangen wurde, dass die in den beiden

combinirten Zellen enthaltenen Kerne nicht eine centrale sondern eine periphere Lage eingenommen haben und die Combination eine widersinnige entweder mit der grössten oder geringsten Distanz der Kerne sei.

2. Tabelle.

A. Widersinnige Combinationen im Maximo.

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		Werth von m	Werth von n	Ganze Breite des Gefässes aus der Berechnung	Differenz
	Breile	Lumen	Dicke der Wand	Lumen des Gefässes				
	des Gefässes							
40	5·0	3·33	1·67	3·35	5	2	5·02	+0·02
41	7·3	5·4	1·9	5·4	6	2	7·3	0
42	6·5	5·0	1·5	5·0	10	2	6·5	0
43	9·45	6·75	2·7	6·8	4	2	9·5	+0·05
44	5·61	4·15	1·46	4·14	9	2	5·6	—0·01
45	8·0	6·03	1·97	5·82	6	2	7·8	—0·2
46	6·3	4·415	1·885	4·425	5	2	6·31	+0·01
47	6·3	4·7	1·6	4·8	8	2	6·4	+0·1
48	23·0	20·0	3·0	20·0	10	2	23·0	0
B. Widersinnige Combinationen im Minimo.								
49	3·175	2·033	1·142	2·142		2	3·284	+0·109
50	6·8	3·95	2·85	3·85		2	6·7	—0·1
51	3·65	2·325	4·325	2·325		2	3·65	0
52	4·1	2·55	1·55	2·55		2	4·1	0
53	4·166..	2·6	1·566	2·566		2	4·13	—0·033..
54	3·266	2·16	1·106	2·106..		2	3·212	—0·054
55	4·0	2·5	1·5	2·5		2	4·0	0
56	5·433	2·466	2·966	2·488		3	5·45	+0·050
57	12·0	5·5	5·5	6·5		2	12·0	0
58	56·0	27·5	27·5	28·5		2	56·0	0

Bei kleineren Gefässen, als den hier angeführten, wird jede Bestimmung und Berechnung wegen der Ungenauigkeit unserer Mess-Apparate so unsicher, dass ich es vorzog, an grösseren Gefässen Untersuchungen zu machen. Die Berechnungsart wird für Jeden verständlich sein, der sich in der vorhergehenden Tabelle bereits zurecht gefunden hat. Sie ist folgende: Man zieht die gefundene Gefässlichte von dem gemessenen Gefässdurchmesser ab, der so gefundene Rest wird mit dem Gefässlumen verglichen; er beträgt entweder um die Einheit weniger als das letztere, dann ist das Gefäss aus 2 Zellen hervorgegangen, deren wandständige Kerne zu einer Höhle — dem Gefässlumen — zusammenflossen (nach dem Gesetze,

dass für den Wachsthums-Coëfficienten 2 die Kernzone um 1 breiter ist als die kernlose Zone), oder das Gefässlumen ist um die Einheit kleiner als der gefundene Rest; dann war die Combination eine widersinnige, d. h. mit wandständigen möglichst weit von einander gerückten Kernen und dem Wachsthumscoëfficienten 2, oder wenn man den Rest um die Einheit vermindert und dann das Gefässlumen damit vergleicht, so ist letzteres ein genaues Multiplum des um die Einheit verminderten Restes und man findet den Vergrösserungs-Coëfficienten durch Division dieses Restes in das gefundene Gefässlumen. Der ganze Vorgang fusst auf dem ursprünglichen Zellen-Entwickelungs-Gesetze, dann auf dem Erfahrungssatze, dass die Vergrösserung des Markraumes oder der Röhrenlichte nach ganzen Zahlen erfolgt.

Man wird übrigens leicht bemerken, dass die erste Abtheilung der 2. Tabelle auch nach der in der 1. Tabelle angewandten Methode sich hätte berechnen lassen. Nimmt man z. B. den 41. Fall, so würde die Gefässwand nach dieser Methode in zwei Zonen zu zertheilen sein, von denen die doppelte äussere 0·45, die Kernwand 1·45 betrüge; erstere gäbe mit $m = 12$ multiplicirt 5·4, also genau die gefundene Lichte des Gefässes. Ich habe jedoch die Methode der 2. Tabelle vorgezogen, weil die Dünne der Wände eine ursprüngliche Entwickelung aus zwei Schichten unwahrscheinlich macht, weil man bei so kleinen Gefässen nie eine Spaltung der Wand in zwei concentrische Schichten findet, während eine solche bei etwas grösseren Gefässen in der That in dem Erscheinen einer längs- und querovalen Haut ihre Stütze findet.

Die ganze Untersuchung wirft ein Licht auf die Entwickelung der Gefässe; es stellt sich aus derselben die Annahme als begründet heraus, dass die Gefässe aus Muttercysten oder sogenannten Keimen hervorgehen, und wenn auch eine directe Beobachtung dieser Entwickelung von mir nicht beigebracht werden kann, so halte ich doch die angeführten Beweise für nicht minder gültig und überzeugend.

Mit den Wachsthums-Coëfficienten 2 und 3 sind schon bei den ursprünglichen Gefässen (in denen das Lumen noch keine nachträgliche Vergrösserung erfahren) drei Verhältnisse möglich. Ist nämlich für den Exponenten 2 die Kernstellung eine wandständige, so ist das Gefässlumen die Hälfte der Gefässbreite minus der Einheit; ist der Kern dagegen bei demselben Exponenten centralständig, so ist das Gefässlumen der 4. Theil, für den Exponenten 3 dagegen unter denselben Umständen der 3. Theil oder 2 Drittheile des Gefässlumens.

Jedes dieser Verhältnisse kann abermal variirt werden, je nachdem die Kernstellung eine wandständige mit einander berührenden oder möglichst entfernten Kernen ist.

Aber noch andere Verhältnisse machen sich bei der Entwickelung der Röhren geltend, wodurch das Gefässlumen auf Kosten der Dicke der Gefässwände sich vergrössert. Ich hatte schon bei der Entwickelung der Knochen und Knorpeln darauf hingewiesen, dass bei zunehmender Vergrösserung der Marksysteme sich die dasselbe umgebenden Zonen (Kern und Aussenschale) wieder in Schichten theilen und zwar so, dass das ursprüngliche Zellenentwickelungs-Gesetz auch auf diese Spaltung anzuwenden ist, dass sonach eine Zone in 2, in 3 oder 4 Schichten zerfallen kann, je nachdem man in der mehrmals citirten Formel für n den Werth 2 oder 3 einsetzt, und die supponirte Kernstellung entweder central oder wandständig genommen wird. Bei fortgesetztem Wachsthume wird wieder jede dieser Schichten einer weitern Theilung und zwar abermals nach den angegebenen Gesetzen unterworfen werden, und so lässt sich an Knochenschnitten oft eine Abtheilung in 10 und mehr concentrischen Kreisen erkennen. Von dieser an Knorpeln und Knochen gemachten Erfahrung ging ich auch bei der Beurtheilung anderer Röhren und namentlich der Gefässe aus, nur dass hier die den Umständen angemessenen Modificationen eintreten mussten. Ich hielt daher die Annahme fest, dass die Vergrösserung des Gefässlumens auf Kosten dieser Schichten vor sich gehen könne, und dass man daher zu dem ursprünglichen Gefässlumen noch eine oder die andere Schichte der Kernzone oder diese selbst und sogar eine oder die andere Schichte der Aussenzone hinzuzuzählen habe, um das nachherige Gefässlumen zu erhalten, immer vorausgesetzt jedoch, dass das Abtheilen in Schichten nicht nach Belieben, sondern dem mehrfach erwähnten Gesetze entsprechend geschehe. Der Erfolg sprach zu Gunsten dieser Voraussetzung, und es zeigte sich, dass dieser Gang der Entwickelung für die meisten grösseren Röhren, nicht bloss für die Gefässe, gelte und dass der genetischen Abtheilung in diese Schichten nicht selten eine Abtheilung der Röhrenwand in histologisch verschiedene Schichten, wie Längsfaserhaut, Ringfaserhaut, elastisches und Bindegewebe u. s. w. entspricht.

Die von mir gemessenen Gefässe sind nun nach diesem Principe berechnet und im Nachstehenden übersichtlich zusammengestellt worden, und zwar lasse ich jene Fälle vorausgehen, wo das Lumen um

den aliquoten Theil der Kernwand vermehrt werden muss; diesen folgen die Fälle, in denen die ganze Kernwand zur Vergrösserung des Gefässlumens beigetragen hat; endlich jene Fälle, in welchen auch ein Theil des Aussenwalls zur Bildung des Gefässlumens verwendet wurde. Die Art der Berechnung ist folgende: Nachdem ich mich durch vorläufige Untersuchungen überzeugt hatte, dass die bisherige Methode dem vorliegenden Falle nicht angepasst werden könne, verminderte ich die ganze Gefässbreite um die Einheit und theilte den Rest durch 2, 4 oder 3 (entsprechend den Werthen von $n = 2$ oder 3), wodurch ich die Gefässlichte erhielt, welche dem bisherigen Gesetze entspräche. Verglich ich nun diese supponirte Gefässlichte mit der durch Messung wirklich gefundenen, so zeigte sich bald, um welchen Theil des Kern- oder Aussenwalles die berechnete Gefässlichte zu vermehren sei, um dem gefundenen Lumen gleichzukommen. Z. B. gefunden seien: der Durchmesser eines Gefässes $= 28$, die Gefässlichte $= 12$, so ist die bisherige Methode auf diese Grössen nicht anwendbar. Ich vermindere daher den Gefässdurchmesser um die Einheit und erhalte dann für den Coëfficienten 3 nachfolgende Abtheilungen des Gefässes: doppelte Aussenwand 9, doppelte Kernwand 10, Lumen des Gefässes 9. Die Kernwand zerfällt nach dem Gesetze $\boldsymbol{Z} = 3\boldsymbol{K} - 1 \cdot 0$ in 3 Theile, die (doppelt genommen) sind 3, 4, 3; wird das berechnete Gefässlumen um die letzte Grösse, nämlich 3, vermehrt, so erhalten wir das durch Messung gefundene Lumen, nämlich 12. Hätte aber die Messung 13 ergeben, so wäre zwar dieselbe Eintheilung aber eine andere Schichtenstellung in der Kernwand zu supponiren, so dass die Schichten der Kernwand in folgender Ordnung einander folgten: 3, 3, 4; durch Verbindung der letztern Schichte mit der berechneten Kernschichte erhielte man die gemessene Gefässlichte.

Man wird finden, dass für manche Fälle das Rechnungsergebniss nahe das gleiche wäre, wenn man von der Eintheilung in Kern- und Aussenschichten ganz absähe und den ganzen Querschnitt eines Gefässes in gleiche Zonen immer nach dem Coëfficienten 3 zertheilte; nicht aus einem Einzelfalle kann daher das von der Natur befolgte Theilungsgesetz erkannt werden, sondern nur eine grosse Anzahl von Fällen kann hierüber belehren.

Ich lasse nun eine Übersicht der nach der eben angegebenen Methode berechneten Fälle folgen.

3. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Breite des Gefässes	Lumen des Gefässes	Aussenwand *A*	Innenwand *B*	Lumen *C*
59	14·23	6·15	5·41 *	4·41	4·41
60	55·75	27·25	18·25	19·25	18·25
61	3·799	2·43	0·933	1·933	0.933
62	7·45	5·575	1·6125	1·6125	* 4·225
63	64·27	28·50	21·09	21·09	*22·09
64	5·44	2·8	1·11	3·22	1·11
65	3·66	2·560	0·665	2·330	0·665
66	14·098	8·30	4·366..	5·366..	4·366
67	20·2	12·0	6·4	6·4	* 7·4
68	20·89	12·6	6·63	6·63	* 7·63
69	22·48	13·3	7·16	7·16	* 8·16
70	88·0	36·0	*44·50	21·75	21·75
71	2·2	1·8	0·4	1·4	0·4
72	2·5	2·0	0·5	1·5	0·5
73	2·56	2·04	0·52	1·52	0·52
74	3·2	2·6	0·55	0·55	* 2·10
75	3·5	1·7	* 1·833..	0·833..	0·833..
76	3·7	2·8	0·9	1·9	0·9
77	4·0	3·0	1·0	2·0	1·0
78	4·15	3·1	1·05	2·05	1·05
79	4·3	3·2	1·1	2·1	1·1
80	4·3	3·2	1·1	2·1	1·1
81	4·44	3·5	0·86	2·72	0·86
82	4.6	3·4	1·2	2·2	1·2
83	4·75	3·52	1·25	2·25	1·25
84	5·65	4·0	1·55	2·55	1·55
85	5·95	4·25	1·65	2·65	1·65
86	10·18	7·02	3·06	4·06	3·06
87	15·85	9·75	* 5·95	4·95	4·95
88	19·0	13·0	6·0	7·0	6·0
89	19·45	13·3	6·15	7·15	6·15
90	33·40	22·0	11·8	10·8	10·8
91	41·5	28·0	13·5	14.5	13·5
92	73·75	49·75	24·25	25·25	24·25
93	86·23	57·25	*29·41	28·41	28·41
94	149·5	99·5	49·5	50·5	49·5
95	7·45	5·85	2·15	3·15	2·15
96	9·733	8·1	2·911	3·911	2·911
97	46·9	36·85	15·3	16·3	15·3

belle.

Werth von n	Supplement zum Lumen berechnet D		Berechnetes Lumen, d. h. Summe von C und D	Differenz der Beobachtung und Rechnung
3	$\frac{B-1}{2}$	1·71	6·12	—0·03
3	$\frac{B-1}{2}$	9·125	27·375	+0·125
3	$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1$	1·466	2·399	—0·033
2	$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1$	1·306	5·531	—0·044
3	$\frac{B-1}{3}$	6·69	28·78	+0·28
2	$\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	1·74	2·85	+0·05
2	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	1·886	2·551	—0·009
3	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	3·91	8·276	—0·024
3	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)$	4·6	12·0	0
3	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	4·752	12·382	—0·218
3	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	5·10	13·26	—0·04
2	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)$	13·83	35·58	—0·02
3	B	1·4	1·8	0
3	B	1·5	2·0	0
3	B	1·52	2·04	0
2	B	0·55	2·65	+0·05
3	B	0·833	1·66	—0·033..
3	B	1·9	2·8	0
3	B	2·0	3·0	0
3	B	2·05	3·1	0
3	B	2·1	3·2	0
3	B	2·1	3·2	0
2	B	1·72	3·85	+0·08
3	B	2·2	3·4	0
3	B	2·25	3·5	—0·02
3	B	2·55	4·1	+0·1
3	B	2·65	4·30	+0·00
3	B	4·06	7·12	+0·1
3	B	5·95	9·9	+0·25
3	B	7·0	13·0	0
3	B	7·15	13·3	0
3	B	10·8	21·6	—0.4
3	B	14·5	28·0	0
3	B	25·25	49·0	+0·25
3	B	28·41	56·85	—0·4
3	B	50·5	100·0	—0·5
3	$B+2\left(\frac{A-1}{2}\right)$	3·725	5·875	+0·025
3	$B+2\left(\frac{A-1}{3}\right)$	5·158	8·096	—0·004
3	$B+2\left(\frac{A-1}{3}\right)+$	122·05	37·35	+0·5

Die Einrichtung dieser Tabelle wird leicht verständlich sein. Die Spalten mit der Aufschrift „gefunden", enthalten die Mittelwerthe der aufs sorgfältigste ausgeführten Messungen. Der um die Einheit verminderte Gefässdurchmesser wurde in drei Zonen nach dem in der 7. Spalte angegebenen Coëfficienten n getheilt was sich in der 4., 5. und 6. Spalte unter der Aufschrift „berechnet" angegeben findet. Die Kernstellung wurde dabei entweder als eine central- oder wandständige (letzteres in den mit* bezeichneten Fällen) angenommen. Die 8. Spalte zerfällt in zwei Abtheilungen. Die Abtheilung links gibt an, welche der berechneten Grössen zu dem berechneten Gefässlumen hinzu zu zählen sei, um das wirkliche Gefässlumen zu finden. Die Bezeichnung geschieht in leicht verständlicher Weise. So bedeutet B, dass die in der 5. Spalte berechnete Zahl dem berechneten Gefässlumen ganz hinzu zu zählen sei. $\frac{B-1}{2}$ zeigt an, dass diese Grösse um 1 vermindert in zwei Zonen zerfallen sei, deren innere zur Vergrösserung des Gefässlumens verwendet wurde; überhaupt bietet diese Abtheilung folgende Fälle dar: Zur Vergrösserung des Gefässlumens werden verwendet von der Mittelschale $^1/_3$, $^1/_2$, $^2/_3$ der Dicke derselben oder die ganze Mittelwand und zugleich die Hälfte oder 2 Drittel der Aussenwand. Die 2. Abth. dieser Spalten gibt den zu summirenden Werth in besonderen Zahlen an. Die Einrichtung der anderen Spalten bedarf keiner Erklärung.

Da sich nun positive und negative Differenzen der letzten Spalte nahezu bis auf 0·2 auf heben, so kann die Zulässlichkeit der angegebenen Berechnungsart wohl kaum in Abrede gestellt werden. Dem Einwurfe, dass eine solche Eintheilung nur eine supponirte sei, werde ich später durch Nachweise an anderen Theilen, wie z. B. an Haarbälgen begegnen können.

Gefässe, bei denen die Entstehung aus einer Reihe hinter einander liegender einzelner Zellen anzunehmen wäre, konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen, will jedoch deren Möglichkeit keineswegs in Abrede stellen. Ich hatte an einem anderen Orte die Ansicht ausgesprochen, das Blut auch frei zwischen parenchymatösen Theilen (d. h. ohne von selbstständigen Wänden umgeben zu sein), aber in den durch die Textur der Theile bestimmten Rinnen circuliren könne. Diese Ansicht nehme ich zum Theile zurück; die Ursache meines Irrthums werde ich später bei der Gefäss-Entwickelung anzugeben vermögen.

Durch die hier beschriebene Vergrösserung des Gefässlumens wird das frühere angegebene Verhältniss zwischen dem Lumen und dem

Gefässdurchmesser natürlich bedeutend verändert. Dieses Verhältniss ist, den Durchmesser des Gefässes = 1 genommen, wie 0·76 : 1 für einen mittleren Gefässdurchmesser von 2·94 P. Z., von 0·74 : 1 bei einem Gefässdurchmesser von 4·36 und kann selbst 0,84:1 u.s. f. sich erheben. Als höchste Grenze dieses Verhältnisses lässt sich überhaupt 0·9 : 1 angeben, wenn 1 den Durchmesser des Gefässes bedeutet. Wie man zu diesem Grenzverhältnisse kommt, wird sich leicht aus dem Bisherigen ergeben.

Bei grösseren Gefässen, deren Wände aus mehreren Häuten oder Schichten bestehen, wird die Mächtigkeit einer jeden dieser Schichten zwar den nun im Allgemeinen aufgestellten Gesetzen unterliegen, aber doch nicht so, dass die Kernwand und die Aussenwand genau verschiedenen Gewebsschichten entsprächen; im Gegentheile oft greifen z. B. die Fasern der Ringfaserhaut noch eine Strecke in die äussere Keimzone ein und nehmen z. B. die Hälfte, ein Drittel, ein Viertel der Breite dieser äusseren Zone in Anspruch; oder an grössern Gefässen bilden die (ehemals sogenannte) Tunica glabra und die Ringfaserhaut zwei Drittheile der Dicke der Gefässwand; das äusserste Drittel wird von der sogenannten Zellgewebsscheide der Arterien gebildet. Leider sind Messungen an grösseren Arterien, da sie der Beihülfe des Mikroskopes entbehren, nicht mit jener Sicherheit anzustellen, die überhaupt von derartigen Untersuchungen mit Recht gefordert wird, und ich werde mich daher im Folgenden nur auf wenige Fälle beziehen, um die Wahrscheinlichkeit des eben Gesagten an denselben darzuthun.

An grössern in der Entwickelung begriffenen Gefässen lassen sich übrigens um das Gefässlumen nur zwei concentrische Schichten (analog der Kern- und der Aussenwand) unterscheiden, und es gilt überhaupt als Satz, dass die deutliche Scheidung in mehrere Gewebe erst mit dem Grösserwerden der Röhren erfolgt; dies bewahrheitet sich übrigens nicht bloss von den Blutcanälen, sondern von allen Röhrengebilden, die, je älter sie werden einen um so complicirteren Bau zeigen. Im Verlaufe dieser Untersuchungen wird sich mehr als ein Beleg für das eben Gesagte finden.

Die Anwendbarkeit der besagten Berechnungsmethode auf grössere Gefässe habe ich namentlich an Fötustheilen zu zeigen versucht. Ich wählte entweder den Aortenbulbus oder die Aorta selbst oder die Cardinalvene, mass an diesen Theilen die ganze Breite und das Gefässlumen, und führte aus diesen Messungen die Berechnungen in den oben angegebenen Weisen aus.

A. 4. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Gefässbreite	Gefässlichte	Aussenwand A	Innenwand B	Lumen C
98	76·0	37.0	19·0	20·0	38·0
99	112·0	74·0	18·5	19·5	74·0
100	117·0	72·8	14·4	29·8	72·0
101	134·0	99·75	16·625	17·625	99·75
102	138·0	111·32	8·56	18·12	111·28
103	140·0	111·0	14·0	15·0	112·0
104	153·0	52·0	50·5	50·0	51·5
105	177·5	150·0	8·833..	18·666	150·161
B.					
106	105·4	55·0	34·8	34·8	35·8
107	122·99	64·0	40·66..	40·66..	41·66
108	130·95	65·6	43·316	43·316	44·316
109	153·0	52·0	72·0	35·5	35·5
110	230·0	129·0	76·66	76·66	77·66
111	109·1	66·4	32·7	32·7	33·7
112	113·98	100·0	37·66	38·66	37·66
113	172·5	127·5	86·75	—	85·75

Ist nun gleich in den angeführten Fällen die absolute Fehlergrösse bedeutender als in den früheren, so ist doch die relative Grösse um Vieles geringer und da die positiven und negativen Differenzen bis auf eine geringe Grösse sich gegenseitig aufheben, so spricht das Messungsresultat sehr zu Gunsten der angegebenen Berechnungsmethode. — So wenig nun auch ferner eine an ausgeschnittenen Arterien angestellte Messung Anspruch auf Genauigkeit haben kann, so will ich denn doch nicht unterlassen eine der Messungen (von denen alle bis auf wenige Einheiten mit der Rechnung stimmten) ausdrücklich anzuführen. Die Aorta eines 27jährigen an Lungenemphysen verstorbenen Mannes bot folgende Dimensionen dar:

Ganzer Durchmesser des Gefässes im Mittel 6700 (0·6700 P. Z.)
Durchmesser nach Abzug der Zellgewebshaut . 6200
Durchmesser nach Abzug der Ringfaserhaut. . . . 5550
Lumen des Gefässes 5275

Berechnet man hieraus die 3 Hauptabschnitte des Gefässes unter der Voraussetzung eines Wachsthums-Coëfficienten $n = 3$, so erhält man:

belle.

Werth von m	Berechnete Gefässbreite	Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung	Werth von n
2	77·0	+1·0	3
4	112·0	0	3
5	116·0	−0·8	2
6	134·0	0	3
13	137·96	−0·04	2
8	141·0	+1·0	3
0	152·5	−0·5	3
17	177·66	+0·16	2

Werth von n	Supplement zum Lumen. D		Summe von C und D	Differenz d. Beobachtung u. Rechn.
3	$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1$	17·9	53·7	−1·3
3	$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1$	20·83	62·49	−1·5
3	$\left(\frac{B-1}{2}\right)$	21·158	65·474	−0·026
2	$\frac{B-1}{2}$	17·25	52·75	+0·75
3	$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	51·44	129·1	+0·1
3	B	32·7	109·1	0·
3	$B+2\left(\frac{A-1}{3}\right)$	63·33	100·98	+0·98
2	$\frac{A-1}{2}$	42.875	128·620	+1·725

doppelte Dicke der Aussenwand 2233 A
doppelte Dicke der Kernwand . 2234 B
Gefässlumen................ 2233 C
6700.

Theilt man wieder die Aussenwand nach dem Coëfficienten $n=3$ und addirt den Quotienten zum berechneten Lumen und zur Kernwand, so erhält man: 4467+744=5211 für das Lumen des Gefässes, und für die Gefässwand bleibt sonach noch 745+744. Nimmt man von 745—1 wieder den 2. Theil (372) und addirt ihn zum Gefässlumen, so erhält man 5211+372=5583. Addirt man aber zum berechneten Gefässlumen die Zahl 745 und ausserdem von 744—1 den 3. Theil, so erhält man 6204·3. Wir haben sonach folgende Durchmesser erhalten:

Ganzer Durchmesser des Gefässes......	gef. 6700		
Durchmesser des Gefässes nach Abzug der Zellgewebshaut	„ 6200	ber.	6204
Durchm. d. Gefässes nach Abzug d. Ringfaserhaut	„ 5550	„	5583
Lumen des Gefässes	„ 5275	„	5211

und diese Zahlen halte ich für ziemlich genau, da sie erst in der 3 Decimale (Hundertsteln von Linien) divergiren.

Natürlich war es, dass ich zur genaueren Begründung der erwähnten Ansichten die Entwickelung der Gefässe selbst einem genauen Studium unterwarf. Ich machte nun diese Untersuchungen an dem Gefässblatte von Hühner-Embryonen und wenn ich auch nicht so glücklich war, die der Gefäss-Entwickelung vorausgehende endogene Zellenentwickelung selbst zu beobachten, so kam ich doch zu einigen nicht minder wichtigen Resultaten, welche den Gegenstand der nachfolgenden Zeilen bilden werden.

In dem Gefässblatte des Hühnchens erscheinen bekanntermassen zwischen den neu gebildeten Capillaren und auch den grösseren Gefässen grössere und kleinere helle, inselartige Stellen von runder oder länglichrunder Form, die von einem feinen, membranartigen Hofe umgeben, von den Capillaren ringsum umflossen werden (Fig. 39); diese hellen Stellen werde ich Lacunae nennen. Die sie umgebenden Capillaren haben keine andere Wand, als jenen die Lacunen einsäumenden schmalen Hof. An mehreren Stellen treten diese Lacunen so nahe an einander, dass zwischen ihnen kein Capillargefäss Platz hat, dann scheint (Fig. 39, *c*) das Gefäss fadenartig zugespitzt, sich in dem Gefässblatte zu verlängern, bis der Faden ein gegenüberstehendes Gefässchen erreicht; in einem anderen Falle sind die beiden Lacunen in der That in eine geflossen, indem sie nur noch an einer Stelle eine Einkerbung als Andeutung ihres früheren isolirten Bestehens bieten (Fig. 39, *b*). So erhalten die Capillaren rankenartige oder spitz zu laufende Auswüchse, die sich theils im Gewebe bestimmungslos verlieren, theils aber auch an benachbarte Gefässe anlegen. Bekanntermassen ist es leicht, diese Bildung an der Kapselpupillarmembrane zu beobachten; es gewährt dort den Anschein, als wenn aus den alten Gefässen neue Gefässe herauswüchsen; an anderen Stellen entstehen mehr sternartige Formen, und ich brauche nicht erst zu erwähnen, dass man gerade dieses Bild benützt hat, um einerseits die Entwickelung der Capillaren aus sternartigen Zellen, anderseits die Bildung neuer Gefässe aus bereits vorhandenen Gefässen zu beweisen. Ich selbst habe beide Ansichten bisher angenommen und vertheidigt. Meine jüngsten Untersuchungen haben jedoch meine Meinung hierüber geändert. Jene faserartigen und rankenförmigen Ausläufer sind nämlich nicht Anfänge neuer Gefässe, sondern einfache nicht hohle

Fortsätze der Gefässwände, und ihre Entstehung ist im Zusammenhange mit der Gefäss-Entwickelung in folgender Weise: der Bildung von Capillargefässen geht die Bildung von Keimen voraus, die sich als Mutterzellen nach den nun mehrfach angegebenen Gesetzen entwickeln und demnach einen Markraum, eine Kern- und Aussenschale darbieten. Von diesen Theilen vergrössert sich der Markraum durch Vergrösserung des Coëfficienten *m*, oder auf Kosten des Kernwalles und selbst eines Theiles des Aussenwalles. In dem so vergrösserten Markraume bilden sich neue Keime, die abermal zu Mutterzellen werden u. s. f., so dass die ursprüngliche Mutterzelle bald eine Generation von kleineren Keimen enthält. Die Markräume der letztgebildeten Muttercysten werden nur in dem Gefässblatte als Lacunen sichtbar, d. h. sie nehmen an diesem Theile eben keine weitere Bildungselemente auf, die Wände dieser Muttercysten (nämlich die Räume (*m m*, Fig. 39, 40, 41) werden dagegen die Bildungsstätten der Capillaren und selbst der grösseren Gefässe. Hat sich nun in den secundären Muttercysten der Markraum zweier benachbarter Cysten auf Kosten der Kernwand und des grössten Theiles der Aussenwand vergrössert, so ist der zwischen zwei Lacunen hinziehende Rest der Zellenwand nur ein feiner fadenartiger Streif (Fig. 39, *c*), der zwei benachbarte Gefässe mit einander verbindet und gegen die Gefässe sich zu öffnen scheint, in der That aber nicht hohl ist; oder es kann dieser dünne Streif in der Mitte selbst ganz durchbrochen erscheinen und das Gefäss erhält dann einen seitlichen nicht hohlen Ausläufer, der als ein Anfang eines neuen Gefässes gedeutet worden ist. Stossen mehrere Lacunen, wie bei Fig. 39 *n*, in einem Punkte zusammen, so hat das zwischen denselben liegende Stück die Form einer sogenannten sternförmigen Zelle, und da sich in der That in diesem Raume gleich wie in allen übrigen zwischen den Lacunen befindlichen Theilen Zellen oft von der Form dieses Raumes entwickeln, so hat dies Veranlassung zu der Annahme gegeben, dass die Capillaren überhaupt aus sternartigen Zellen zusammenwüchsen. Der Raum, in welchem die Capillaren sich bilden, hat auf dem gedachten Durchschnitte in der Regel jene drei- oder vierkantige oder sternartige Form, aber die Capillaren entstehen nicht durch das Zusammenwachsen der Fortsätze sternartiger Zellen. In der Gefässmulde, so werde ich nun den zwischen zwei Lacunen befindlichen für die Bildung der Blutgefässe bestimmten Raum nennen; in der Gefässmulde sind häufig an zarten

Streifen erkennbare Abtheilungen vorhanden (Fig. 39 *o*). Diese Streifen entsprechen entweder den Hauptabtheilungen der Muttercysten (der Kern- und Aussenwand) oder, was häufiger der Fall zu sein scheint, selbst wieder kleineren Theilen dieser grösseren Abtheilungen. Diese Abtheilungen der Gefässmulden verschwinden nun entweder völlig, oder es bleibt die eine oder die andere perennirend. Am ersten verschwindet der Streif, in dem ursprünglich die Muttercysten an einander stiessen und die Gefässmulde ist daher aussen nur von einem zarten Saume umgeben; dieser Saum trägt später häufig zur Verstärkung der Gefässwand bei, oder in ihm bildet sich eine fasrige Gefässscheide aus.

Erst nachdem die Wände benachbarter Muttercysten ganz oder theilweise mit einander verschmolzen sind, ist die Bildung der Capillaren in den nun verfügbar gewordenen Räumen möglich.

Die Breite des ganzen, zwischen zwei Lacunen befindlichen Raumes sowie einzelner Abtheilungen desselben ist nun eine aus dem Durchmesser der Lacune berechenbare Grösse. Angenommen nämlich, die beiden neben einander liegenden secundären Muttercysten hätten gleiche Grössen und eine ganz gleichmässige Entwickelung, so wäre der Zwischenraum zwischen zwei Lacunen (unter Voraussetzung des ursprünglichen Verhältnisses $S = 3M + 1$) zusammengesetzt aus der Kernschale und der Aussenschale beider Muttercysten und daher doppelt so gross und ausserdem noch um die Einheit grösser als die eine dieser beiden Lacunen, wobei sich von selbst versteht, dass die Messung an der schmalsten Stelle dieses Interstitiums, nämlich dort, wo sich die beiden Zellensysteme unmittelbar berühren (Fig. 40 *a*), vorgenommen worden ist. Nun wird sich aber ein für die Berechnung so günstiger Fall selten finden. Meistens haben die neben einander liegenden Lacunen ungleiche Grössen, sei es, dass sie (wie *B C*, Fig. 39) sich schon ursprünglich nach verschiedenen Verhältnissen entwickelten, oder die eine Lacune hatte einen anderen Wachsthums-Coëfficienten oder Vergrösserungs-Coëfficienten als die zweite, oder bei der Entwickelung der Lacunen wurden aliquote Theile der Kernwand zur Vergrösserung der Markräume benützt, und es wäre gewiss ein seltenes Zusammentreffen, wenn diese aliquoten Theile in beiden Systemen von gleicher Grösse gewesen wären. So entstehen häufig Verhältnisse, die jeder Berechnung spotten, und nur in wenigen Fällen ist eine genaue Beweisführung möglich. Der Zufall begünstigte mich bei mei-

nen Untersuchungen an dem Gefässblatte des Keimes in soferne, als ich ein paar Male gleich grosse Lacunen mit gleich breiten Hautsäumen umgeben antraf; bei anderen Fällen, die nicht so günstige Verhältnisse darboten, nahm ich zu einer Voraussetzung meine Zuflucht, die sich in einigen Fällen als richtig bewährte, für andere Fälle aber aus den oben gegebenen Gründen eben nicht passte. Diese Voraussetzung war, dass sich zwei neben einander liegende Systeme, trotz der Ungleichheit ihrer Grössen, doch so entwickelt haben, dass das Verhältniss zwischen Markraum und Wanddicke für beide ein gleiches ist. Unter dieser Voraussetzung nahm ich nun von beiden Systemen das Mittel und berechnete für ein System die doppelte Wanddicke. Diese musste gleich sein der einfachen Breite des Lacunen-Interstitiums; ich werde dies durch ein Beispiel belegen. Von zwei neben einander befindlichen Lacunen hatte jede im Mittel aus mehreren Messungen einen grössten Durchmesser 57·5; der zwischen denselben befindliche Zwischenraum betrug im Mittel 32·5. Da diese Grösse die Summe der Wanddicke der b e i d e n Lacunen ist, so entspricht sie der doppelten Dicke der Wand jeder Lacune und ist daher zum Durchmesser der Lacune zu addiren, um den Durchmesser der ganzen Muttercyste zu geben, deren Markraum eben eine einzelne Lacune ist. Man erhält sonach $57{\cdot}5 + 32{\cdot}5 = 90{\cdot}0$ als den Durchmesser jeder einzelnen der beiden neben einander liegenden Muttercysten. Theilt man diese nach dem Coëfficienten 2 in die entsprechenden Zonen, so erhält man für den Markraum 45·5; für die Mittelzone 22·25 und eben so viel (22·25) für die Aussenzone. Zieht man aber von der Mittelzone nach dem bisherigen Vorgange noch einen Theil zum Markraume, und zwar in dem vorliegenden Falle die Hälfte, so erhält man $45{\cdot}5 + \left(\frac{22{\cdot}25 - 1}{2}\right) + 1 = 57{\cdot}125$ für den Durchmesser des Markraumes und somit 32.875 für die doppelte Dicke der Aussenwand. Diese letzte berechnete Grösse entspricht aber nahe (bis auf $+0{\cdot}375$) dem Interstitium der beiden Lacunae, d. h. eben der Summe der Wanddicke der beiden Marksysteme, und man sieht daher, dass unter den gemachten Voraussetzungen die Rechnung wohl zulässlich erscheint. Ich habe nun mehrere dieser Fälle im Folgenden tabellarisch geordnet. Die Sicherheit des Resultates unterliegt dort keinem Zweifel, wo, wie in Fig. 39 *o. m.* die Verschmelzung der beiderseitigen Gefässwände noch nicht Statt gehabt hat.

5. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Mittlere Grösse einer Lacune A	Breite des Interstitiums B	$A+B$	Doppelte Dicke d. Aussenwand C	Doppelte Dicke der Kernwand D
114	36·0	27·5	63·5	20·86	21·86
115	44·75	28·75	73·5	28·53	27·53
116	33·3	27·0	60·3	20·76..	19·76..
117	39·5	26·0	65·5	16·1	16·1
118	27·675	47·2	74·87	37·938	18·469
119	33·33	33·0	66·33	21·776.	21·776.
120	20·7	11·9	32·6	11·533	10·533
121	10·5	12·45	22·95	7·32	8·32
122	39·9	18·0	57·9	29·4	14·2
123	15·4	18·95	34·35	12·11	11·11
124	11·75	13·117	24·867	7·956	8·956
125	12·8	10·55	23·35	7·45	7·45

Die positiven und negativen Differenzen dieser Tabelle heben sich bis auf +0·284 auf, was wieder ein nicht ungünstiges Zeugniss für die angegebene Berechnungsweise gibt. Die Einrichtung der Tabelle ist aus dem Vorhergegangenen unschwer zu verstehen. Unter der Aufschrift „gefunden", findet sich das Mittel der beiden neben einander liegenden an Grösse meist ziemlich gleichen Lacunen, dann die gemessene Breite ihres Interstitiums; die Summe beider wurde in der 4. Spalte als Durchmesser des zu berechnenden Marksystems genommen. Diese Summe um 1 vermindert wurde nach dem Wachsthums-Coëfficienten 3 oder 2 in 3 oder 4 Zonen getheilt, wobei die Stellung der Kerne entweder als eine gleich- oder widersinnige je nach Bedarf angenommen wurde; die Aussenwand sodann um die Hälfte, den 3. Theil, um $^2/_3$ ihrer Dicke vermindert bis die berechnete doppelte Wanddicke dem gefundenen Interstitium glich.

In dem Interstitium zwischen 2 Lacunen finden sich, wie bereits oben angegeben worden ist, noch oft mehrere Abtheilungen, die mit den Wänden der Lacune gewöhnlich parallel laufen (Fig. 41). Dieses Zerfallen in Abtheilungen ist denselben Gesetzen unterworfen,

belle.

Berechnet Lumen der Muttercyste E	Supplement zum Lumen, abzuziehen von der Dicke der Wand F		Berechnete doppelte Wand-dicke $B+(C-F)=G$	Unterschied von A und G
20.86	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1$	14·91	27·81	+0·31
27·53	0	0	28·53	—0·22
19·760	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1$	13·511	27·021	+0·021
33·2	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1$	6·1	26·1	+0·1
18·469	$\frac{C-1}{2}$	8·735	47·672	+0·472
22·776	$\left(\frac{C-1}{2}\right)$	10·388	33·165	+0·165
10·533	C	10·533	11·533	—0·367
7·32	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)$	3·44	12·2	—0·25
14·2	$C+\frac{B-1}{2}$	8·466	17·93	—0·07
11·11	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)$	4·37	18·85	—0·1
7·956	$2\left(\frac{C-2}{3}\right)$	3·652	13·290	+0·173
8·45	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)$	4·3	10·6	+0·05

wie das ganze Zellensystem, d. h. die die Lacune umgebenden Wände zerfallen wieder in zwei, drei, vier untergeordnete Schichten, und diese abermal, jedoch immer so, dass eine Schichte um 0·5 breiter ist als die andere oder die beiden anderen Schichten, in welche eine grössere Abtheilung gespalten ist. Schon bei den Knochen hatte ich ähnliche Vorgänge gefunden. Da ich die Berechnung immer an der doppelten Wanddicke ausführe, so wird die eine Schichte (Kernschichte) um die Einheit grösser genommen werden müssen, als die anderen. Auch hierüber kann ich Beispiele geben. In dem Falle 119 der 5. Tabelle, war das Interstitium wie in der Figur 41 in 3 Theile getheilt und der Durchmesser *ab* der Lacune sammt des umgebenden Hofes mass 44·9. Nimmt man aber in der 5. Tabelle die Summe des Lumens und der doppelten Innenwand, so erhält man 44·55, was dem oben gefundenen Durchmesser *ab* hinreichend nahe kömmt. Für den Fall 118 der 5. Tabelle mass der Durchmesser *ab*= 40·6 (*a*). Summirt man hier Lumen und doppelte Innenwand, so ergibt sich 36·938 (*b*). Theilt man die um die Einheit verminderte Aussenwand in 3 Zonen, so hat man 12·3126..+13·3126..+12·3126. Theilt man

abermal die letzte um 1 verminderte Schichte in 3 Zonen, so findet man: 3·7708+4·7708+3·7708. Summirt man letztere Grösse zur Grösse (*b*) so erhält man 40·709 in beinahe völliger Übereinstimmung mit (*a*).

Es versteht sich nach diesem von selbst, dass der Durchmesser jeder Lacune zur Breite des umgebenden Randes in einem nach der bisherigen Formel berechenbaren Verhältnisse steht; doch ist die Aufsuchung dieses Verhältnisses in einem gegebenen Falle gerade keine leichte Aufgabe. Es lässt sich jedoch im Allgemeinen angeben, dass die doppelte Dicke des umgebenden Randes zur Breite der Lacune sich verhält, wie 1 : 3 oder 4, oder 5, oder 6, oder 7, oder wie 2: 3, 4, 5 u. s. w., oder wie 1 : 2, 3, 4 u. s. w., wobei übrigens der Durchmesser der Lacune, um das Grössenverhältniss durch ganze Zahlen ausdrückbar zu machen, häufig um die Einheit vermindert werden muss, häufig jedoch keiner weiteren Regulirung bedarf.

In dem Gefässblatte des Keimes erscheinen die Muttercysten deren Höhlen zu Lacunen sich gestalten, deren Wände und Berührungsflächen die Keime für die Gefässe aufnehmen, sehr platt; an anderen Theilen dagegen sind diese Muttercysten einer bedeutenden Entwickelung nach allen Dimensionen fähig. Überall, wo sich Gefässe entwickeln — die Aorta nicht ausgenommen — bilden sie sich in den Zwischenräumen und den Berührungsflächen der Muttercysten oder Keime. Dieses sehr interessante Gesetz ist ein durchgreifendes, für das in dieser Abhandlung noch zahlreiche Belege beigebracht werden. Die Gefässbahnen, welche sich im Fötus theils provisorisch, theils definitiv entwickeln, stehen daher mit der Ausbildung der Muttercysten oder Keime in engster Verbindung.

Die einmal gebildeten Gefässe können nun aber auch allmählich sich erweitern, während die anliegenden Lacunen keine weitere Grössenveränderung mehr erfahren. Mit dem Weiterwerden des Gefässes werden auch die Wände dicker und schichtenreicher werden, wie sich das von selbst versteht und auch oben bereits angedeutet worden ist.

Was übrigens die Lacunen betrifft, so sind sie nur an wenigen Theilen wie eben in dem Gefässblatte, oder in dem grossen Netze keiner weiteren Entwickelung fähig, an anderen Stellen ist im Gegentheile gerade dieser Raum der üppigsten Entwickelung fähig, während

die umliegenden Gefässe in fast ursprünglicher Kleinheit zurückbleiben. Vorläufig möge diese Andeutung genügen. Folgerichtig geht aus dem nun über den Satz der Gefässbildung Gesagten hervor, dass bei einem ganzen Systeme von Gefässen die Richtung der Gefässe, die Zahl derselben, die Grössen derselben nach bestimmten, festen Normen eruirt werden sollten. In der Natur, wo bei aller Einfachheit der Gesetze doch eine grosse Mannigfaltigkeit in der Ausführung stattfindet, ist diese Norm allerdings nicht so offenkundig, sie schimmert nur hie und da durch, aber darin liegt eben kein Beweis gegen das Gesagte. Je älter die Gefässe werden, desto weniger ist die ursprüngliche Norm zu ermitteln, bei frisch entstandenen Gefässen ist sie oft mit überraschender Klarheit zu erkennen. Misst man an einem Systeme von Gefässverzweigungen die Breite des Stammes, der Äste und Nebenäste, so kehren einige Verhältnisszahlen häufig, andere selten wieder. Z. B. die aus einem Hauptstamme hervorgehenden Äste sind entweder eben so breit wie dieser, oder jeder um $1/3$ seiner Breite kleiner als der Stamm, oder die Differenz zwischen Ast und Stamm beträgt $1/6$, $1/4$, $1/2$, $2/3$, $3/4$ der Dicke des kleineren, oder der grössere Ast ist doppelt, dreifach so breit wie der kleinere. Spaltet sich ein Stamm zweitheilig, so ist (wenn überhaupt eine Differenz vorhanden ist) der Unterschied zwischen Stamm und Ast gewöhnlich nur $1/6$ oder $1/3$ und die beiden Äste gehen unter spitzen Winkeln ab; gibt ein grösserer Stamm Seitenäste ab, so verlaufen diese nicht selten unter rechten Winkeln, und betragen oft nur den dritten Theil der Breite des Stammes. Capillaren sind in der Mitte ihrer Länge am dünnsten, ihre Ein- und Ausmündungsstelle ist nicht selten 2- und 3mal grösser als die Mitte; grosse Gefässe werden oft gegen den Theilungswinkel hin breiter, die Erweiterung beträgt ungefähr $1/6$, $1/3$, $1/2$ der ursprünglichen Breite. An neugebildeten Gefässen gibt es (z. B. an den Gefässen des Keimes) häufig ringartige Verengerungen, die von bauchig aufgetriebenen Stellen getrennt werden (Fig. 42). Diese engen und weiten Stellen stehen zu einander in einem bestimmten Grössenverhältnisse. Alle diese und noch andere Umstände haben ihren Grund in der Eigenthümlichkeit der Gefäss-Entwickelung zwischen, oder besser in den Keimwänden, ich werde dies zuerst an einem allgemein gehaltenen Falle zeigen und dann einige der gemessenen Fälle folgen lassen.

Eine Muttercyste, wie sie die Figur 43 darstellt, habe einen Durchmesser von 61. Sie sei nach dem Wachsthums-Coëfficienten 3 aus zwei Zellen in der Art gebildet worden, dass Markraum und Kernwall zur Höhle der Muttercyste verwendet werden, so hat das in der äusseren Wand entstehende Ringgefäss die Breite 10 und der Durchmesser der Höhle beträgt 41. Entwickeln sich in dieser Höhle zwei neue Muttercysten symmetrisch, so theilen sich diese in den Durchmesser der Höhle und die Breite jeder derselben beträgt sonach 20·5. Eine dritte unsymmetrisch gelagerte Mutterzelle (a) misst nach dem oben Auseinandergesetzten den 3. Theil des Höhlendurchmessers, mithin 13·66... Nimmt man wieder nach den obigen Voraussetzungen an, dass in diesen neuen, gleichfalls mit dem Coëfficienten 3 gebildeten Muttercysten der Kernwall zur Vergrösserung der Höhle benützt wird, so beträgt die einfache Dicke der Wand bei den beiden symmetrischen Muttercysten 3·25 (a) und der Durchmesser der Höhle 14; bei der unpaaren Cyste dagegen ist die einfache Wanddicke 2·11 (b) (nämlich $\frac{13{\cdot}66\cdots-1}{6.}$). Durch die Mitte der grossen Muttercyste läuft sonach ein Gefäss, dessen Breite $2a = 6{\cdot}5$, dieses spaltet sich, nachdem es sich in etwas erweitert hat, in 2 symmetrisch laufende Äste, jeder von der Dicke $a + b = 5{\cdot}36$. Stamm und Ast differiren daher um $\frac{1}{5}$ der Breite des letzteren. Entwickelt jede der symmetrischen Muttercysten, deren Höhle 14 beträgt, abermal 2 Tochtercysten (Fig. 43), so hat jede derselben einen Durchmesser 7·0, folglich unter den obigen Voraussetzungen (Wachsthums-Coëfficient = 3, Vergrösserung des Lumens um den Kernwall) eine einfache Wanddicke 1 (c) und es entspringt sonach aus dem Hauptstamme unter einem rechten Winkel ein Gefässchen mit dem Durchmesser $2\,c = 2$. Rechtwinkelig aus diesem Gefässe würde durch weitere Spaltung einer der Tochtercysten ein Gefäss von der Dicke 0·5 entstehen.

Anders gestalten sich wieder die Verhältnisse, wenn andere Voraussetzungen gemacht werden. Nimmt man z. B. wieder den Durchmesser der Muttercyste = 61, in dieser aber einen Hohlraum, der sich durch den ganzen Kernwall und die Hälfte des Aussenwalles vergrössert hat, lässt man, immer unter dieser letzteren Voraussetzung, die neue Cysten-Entwickelung innerhalb der Muttercyste in ganz ähnlicher Weise erfolgen, so erhält man folgende Gefässdurchmesser: Für das Randgefäss 4·75, für den mittleren Hauptstamm 3·625; für

jeden der beiden unteren Äste 2·86, für jeden der kleineren rechtwinkeligen Seitenäste 1·479 u. s. w. Man sieht hieraus, wie sich aus der gegebenen Grösse der Muttercyste, aus dem Werthe des Wachsthums- und Vergrösserungs-Coëfficienten der Lauf und der Durchmesser der Gefässe bestimmen liessen. Aber eine derartige Regelmässigkeit findet sich nur an wenigen Theilen, vielmehr scheint beim ersten Anblicke einer Gefässverästelung der ganze Vorgang jeder Berechnung zu spotten, weil, wenngleich dasselbe Gesetz überall herrscht, doch von demselben die mannigfachste Anwendung in der Natur gemacht wird. So ist bei zwei neben einander liegenden Keimen der Werth des Wachsthums- und Vergrösserungs-Coëfficienten häufig ein verschiedener oder die beiderseitigen Markräume vergrössern sich um verschiedene Theile des Kern- oder Aussenwalles, wodurch die eine Lacune ungleich grösser, folglich das eine Gefäss ungleich kleiner wird als das andere, und Ähnliches mehr. — Wenn ich nun im Folgenden einige Messungen mittheile, so geschieht dies nicht, um die bereits angegebenen Zahlen noch um einige zu vermehren, sondern um durch Beispiele darzuthun, dass die Auffindung des Bildungsgesetzes nicht zu den Unmöglichkeiten gehört. Ich werde an einem Gefässe im Folgenden die Seitenäste von den Endästen unterscheiden. Wenn ein grösseres Gefäss sich gabelartig oder dreitheilig, jedoch immer symmetrisch spaltet, so sollen die Äste Endäste genannt werden (Fig. 42, *a b*), sie entsprechen dann den beiden Schenkeln der schematischen (Figur 40, 41); Seitenäste heissen die bald symmetrisch, bald unsymmetrisch gestellten Äste (Fig. 41, *c*), nach deren Abgange das Gefäss, wenn auch zuweilen etwas kleiner geworden, seine Richtung beibehält, sie entsprechen der schematischen Figur (42, ***B*** bei *a*) und sind meist bedeutend kleiner als die Endäste. Nebenäste sind die Zweige dieser Seitenäste, in der schematischen Figur (42, ***B***) entsprechen sie dem Gefässchen *p*. In dem Gefässblatte des Keimes bilden sie fast überall den Anfang der Capillaren.

6. Tabelle.

Zahl der Beobachtung	Breite des Gefässstammes *A*	Breite des ersten Astes *B*	Verhältniss von *B* zu *A*	Breite des zweiten End-Astes *C*	Verhältniss von *C* zu *A*	Breite des Seitenastes *D*	Verhältniss von *D* zu *A*
126	85·0	42·25	0·5	42·0	0·5		
127	96·5	71·5	0·73	81·4	0·875		
128	27·25	13·62	0·5	16·7	0·6		
129	74·0	45·0	0·6	45·8	0·6		
130	29·7	22·0	0·75	17·5	0·6	18·0	0·6
131	197·0	150·0	0·76	159·0	0·8		
132	150·0	113·0	0·75	70·0	0·		
133	137·0	116·0	0·85	65·0	0·5		
134	50·0	32·0	0·6	32·0	0·6		
135	232·5	197·0	0·75	116·5	0·5		
136	81·75	82·0	1·0	81·0	1·0		
137	62·0	53·0	0·875	53·5	0·875		
138	54·0	27·0	0·5	27·0	0·5	18·	3·0
139	152·0	76·0	2·0	60·0	0·4		
140	88·0	45·0	2·0	44·0	2·0		
141	69·0	68·0	1·0	35·0	0·5	36·	0·5
142	92·0	46·0	2·0	45·5	2·0		
143	87·0	115·5	1·33..	130·5	1·5		
144	170·0	75·0	2·33..			64·	2·66...

Da es hier auf grosse Genauigkeit nicht ankommt, so habe ich, um besser zusammenstimmende Resultate zu erhalten, mir erlaubt, Einheiten, die an den End- oder Seitenästen nicht genau stimmten, wegzulassen. Mit Nichtachtung dieser kleinen Differenzen ergibt sich, dass Ast und Zweig entweder gleich gross, oder der Stamm um $^1/_6$, $^1/_3$, $^1/_2$, $^2/_3$, um $1^1/_3$, $1^1/_2$, um $1^2/_3$, um das Doppelte u. s. w. breiter sein könne als der Ast. Resultate, welche eine Erklärung nach der oben beispielsweise angeführten Methode leicht zulassen. Je weiter man sich übrigens vom Zeitpunkte der Entwickelung entfernt, desto grössere Abweichungen von den oben gegebenen Verhältniss-Exponenten wird man treffen, und bei ganz ausgebildeten Gefässen wäre es wohl eine ganz undankbare Arbeit, wollte man sich in eine derartige Berechnung weiter einlassen.

Die Form eines Capillargefässnetzes ist bei neugebildeten Theilen allenthalben ohne Unterschied der Structur dieser Theile und ihrer späteren Function eine gleiche oder mindestens sehr ähnliche, was nothwendig aus der Entwickelung der Gefässe in den Wänden der Muttercysten hervorgeht. Die dem entwickelten Organe eigenthümliche und bleibende Cappillarnetzform ist erst ein Ergebniss späterer Umbildungen. Am leichtesten entwickelt sich aus der ur-

sprünglichen Netzform mit rundlichen Maschen jene mit länglichrunden Zwischenräumen; doch auch jene mit recht- und spitzwinkeligen Zwischenräumen bedarf keinen übergrossen Aufwand an bildender Thätigkeit.

Hand in Hand mit der Entwickelung der Gefässe geht die Entwickelung der Parenchyme; die eine Entwickelung bedingt nicht die andere, und doch geht die eine nur bei der Anwesenheit der anderen zweckmässig von Statten, und wo die eine fehlerhaft ist, wird die zweite nicht regelmässig sein; die weiteren Untersuchungen werden die Lösung dieses Räthsels enthalten.

Ich habe die Beobachtungen, die ich an den Gefässen machte, vorausgeschickt, weil sie bei aller Einfachheit der Bildung doch mehrere Bildungstypen repräsentirten und weil sie bei ihrer regelmässigen Form und ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit die genauesten Messungen zulassen; ich wende mich nun zu anderen gleichfalls mikroskopischen Gebilden, indem ich deren Grössenverhältnisse prüfe, werde ich mir Schlüsse auf ihre Entwickelung erlauben.

Das gleiche Entwickelungsprincip wie bisher wird bei allen folgenden Untersuchungen leitend sein. Von allen Theilen, deren Bestimmung nun folgen wird, wird angenommen, dass der ursprüngliche Keim eine Muttercyste sei, in der sich nach Umständen entweder Tochtercysten mit den dazwischen liegenden Mulden, oder jene 3 Abtheilungen entwickeln, die ich, als Markraum, Kernwall und Aussenwall unterschieden habe; es wird angenommen, dass mit dem Grösserwerden der Cyste, die ich von nun an füglicher den Keim nennen werde, eine fortwährende Spaltung des Inhaltes erfolgt, so dass eine Tochtercyste abermal in zwei kleinere, jede von diesen wieder in 2 Cysten u. s. f. sich spaltet, oder dass Markraum, Kern- und Aussenwall in 2, 3, 4 concentrische Schichten, diese abermal in derselben Weise und nach dem bereits bekannten Gesetze sich theilen oder dass wohl beide Arten der Umbildung in ein und demselben Keime sich vorfinden, indem der Markraum z. B. endogene Cysten entwickelt, während der Kern, und Aussenwall in concentrische Lagen sich abtheilen. Hier könnte bei grösseren Keimen zur Erleichterung der Rechnung leicht eine Modification der allgemeinen Formel vorgenommen werden, die für das Endresultat von unerheblichem Einflusse wäre. In der Grundformel für die Entwickelung der Muttercysten nämlich $S = nM + 1$ könnte auch die Einheit, da sie ohnehin meistens

gegen den Werth von M verschwindend klein ist, ganz ausser Acht gelassen werden, wodurch sonach die Muttercyste und jede Abtheilung derselben in 2, 3, 4 und mehrere an Grösse gleiche Räume, respective Schichten zerfiele. Doch habe ich in meinen Berechnungen von dieser bequemeren Methode nicht Gebrauch gemacht, sondern die bisher angewandte strenge beibehalten.

Es versteht sich von selbst, dass für alle Theile, welche gemessen wurden, regelmässige Schnitte oder Projectionen verwendet wurden. Da wir es im Folgenden grösstentheils mit sehr symmetrisch gebauten Körpern werden zu thun haben, so ergibt sich von selbst, dass wir jeden Körper in seinen 3 auf einander senkrechten Hauptdimensionen oder in senkrechten Projectionen auf 3 auf einander senkrechte Ebenen zu denken haben, so dass also die Normal-Stellung des Körpers diejenige ist, bei der die lange Axe desselben vollkommen senkrecht auf eine der Projectionsebenen steht. Ich werde derartige Schnitte Hauptschnitte (horizontale oder verticale) nennen.

Bei den Blutgefässen wurde aus den Grössenverhältnissen, die sie darboten, auf ihre Entwickelung aus Mutterzellen geschlossen, der directe Nachweis dieser Entwickelung aber wird, wie aus der Zartheit der erstgebildeten Gefässe und aus der Raschheit der Entwickelung begreiflich ist, schwer gegeben werden können. Dagegen ist es wieder an anderen Röhrensystemen, wie z. B. am Knochen, leicht, ihren Ursprung auf Muttercysten zurückzuführen, und andere Theile, wie z. B. Drüsenbläschen verrathen durch ihre Form noch in spätester Zeit diesen ihren Anfang, dass es wohl nicht unzweckmässig scheinen wird, gerade an diesen Theilen zuerst das mehrmals aufgeführte Bildungsgesetz zu erproben.

Die im thierischen Organismus vorfindlichen Blasen (seien sie physiologische oder pathologische Gebilde) tragen alle das Gepräge der Muttercysten deutlich an sich, und bestehen entweder aus dem Markraume, dem Kernwalle und der Aussenschale, oder sie scheiden sich bloss in Wand und Höhle, die sich auf Kosten der anderen Abtheilungen vergrössert hat. Diese Blasen (die natürlich sehr klein sein können), sind wohl zu unterscheiden von einzelnen Zellen. Die kleinsten dieser blasenartigen Gebilde erscheinen in der Schilddrüse, dann in der Niere als Neubildungen nach vorausgegangener Bright'scher Krankheit. Von den blossen Zellen unterscheiden sie sich durch die gänzliche Abwesenheit eines Kernes oder durch die Anwesenheit mehrerer

Kerne, durch ihre deutlich erkennbare Höhle mit differentem Inhalte, endlich durch ihre durchaus verschiedenen Grössenverhältnisse. In den genannten Organen stellen diese Blasen vollkommen geschlossene Bälge dar, in den Drüsen, wie z. B. in der Lunge, sind sie an der einen Seite geöffnet. Ein späteres Communiciren zweier oder mehrerer Blasen ist nicht nur eine pathologische sondern auch eine ganz gewöhnliche physiologische Thatsache. So viel im Vorhinein.

Ich habe nun die verschiedenartigsten Cysten im thierischen Organismus behufs der Durchführung des obigen Principes untersucht. Pathologische Cysten aus der Niere und der Schilddrüse des Menschen, Eier vom Menschen und verschiedenen Thieren boten reichliches Materiale, die Entwickelung des Gehirns (hauptsächlich beim Huhn), des Auges, der Linse, des Gehörs u. s. w. gab allenthalben deutliche und genaue Belege, so dass ich mir vielleicht schmeicheln darf, etwas zur genaueren Erkenntniss der Entwickelung dieser Theile beigetragen zu haben.

Wo eine besondere Präparationsmethode nicht ausdrücklich angegeben ist, versteht es sich von selbst, dass die Theile bloss sorgfältig aus ihrer Umgebung herausgenommen und dann ohne weiteren Zusatz, der verändernd einwirken könnte, untersucht wurden. Im anderen Falle wird die Präparationsmethode ausdrücklich angegeben werden.

Die Messung wurde in der bekannten Weise vorgenommen. Bei regelmässig kugelrunden Blasen wurde erst der Durchmesser der ganzen Blase gemessen, dann jener des Markraumes, dann jener des Markraumes mit der Kernschale, wo eine solche vorhanden war; waren die zu messenden Formen länglich-rund, so wurden die betreffenden Masse in der einen oder der anderen Hauptdimension genommen. Ich brauche nicht erst zu erwähnen, dass jede Dimension mehrere Male, selbst 8 Male, gemessen wurden und dass die mitgetheilten Zahlen sämmtlich Mittelwerthe darstellen.

Die Einrichtung der Tabellen ist aus dem Vorhergehenden verständlich.

Den Anfang machen die Blasen der Schilddrüse und der kranken Nieren.

7. Ta-

a. Schild-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Durchmesser der Blase. I.	Durchmesser der Höhle. II.	Aussenwand A	Kernwand B	Höhle C
145	71·5	47·0	11·75	12·75	47·0
146	71·0	56·0	7·0	8·0	56·0
147	51·33	24·5	17·77	16·77	16·67
148	94·75	64·	31·25	32·25	31·25
149	71·75	52·25	17·68	36·37	17·68
150	71·8	47·133..	24·6	23·6	23·6
151	52·5	22·0	18·166	17·166	17·166.
152	51·33..	24·5	17·77	16·77	16·77
153	91·0	76·0	30·0	31·0	30·0
154	74·5	66·4	24·5	25·5	24·5
155	68·15	50·5	14·29	29·58	14·29
156	34·0	18·33	11·0	12·0	11·0
				b. Nieren-	
157	37·5	23·25	9·1	9·1	19·2
158	30·7	15·2	9·9	9·9	10·9
159	42.6	28·5..	13·866	14·86..	13·866
160	18·16	8·58	5·72	6·72	5·72
161	45·75	28·40	11·19	11·19	23·38
162	61·90	43·0	20·3	21·3	20·3
163	40·1	26·35	14·03	13·03	13·03
164	43·0	32·1	10·5	22·0	10·5
165	22·6	15·0	7·2	8·2	7·2
166	43·0	23·85	15·0	14·0	14·0
167	43·3	34·5	14·1	15·1	14·1
168	47·2	30·7	16·4	15·4	15·4
169	25·45	13·85	8·15	9·15	8·15
170	47·2	31·6	15·4	16·4	15·4
171	42·0	14·5	13·66..	13·66.	14·66
172	19·0	9·0	3·0	7·0	9·0
173	40·1	15·94	7·82	16·64	15·64

belle.

drüsencysten.

Werth von m		Summe von A, B, C, III.	Differenz von I. und II.	Werth von n
4		71·5	0	3
7		71·0	0	3
Supplement zum Lumen D		Summe von C und D, IV	Differenz von II und IV	
$\frac{B-1}{2}$	7·88	24·65	+ 0·15	3
B	32·25	63·5	— 0·5	3
B	36·37	54·04	+ 1·7	2
B	23·6	47·2	+ 0·06	3
$\frac{B-1}{3}$	5·38..	22·55	+ 0·55	3
$\frac{B-1}{2}$	7·88	24·65	+ 0·15	3
$B+\left(\frac{A-1}{2}\right)$	45·5	75·5	— 0·5	3
$B+\left(\frac{A-1}{3}\right)2$	41·2	65·7	— 0·7	3
$B+\left(\frac{A-1}{2}\right)$	36·22	50·51	+ 0·01	2
$\left(\frac{B-1}{3}\right)2+1$	7·33	18·33	0	3

cysten.

$\frac{B-1}{2}$	4·05	23·25	0	2
$\frac{B-1}{2}$	4·45	15·35	+ 0·15	3
B	14·866..	28·73	+ 0·23	3
$\frac{B-1}{2}$	2·86	8·58	0	3
$\frac{B-1}{2}$	5·095	28·47	+ 0·07	2
B	21·30	41·6	— 1·4	3
B	13·03	26·06	— 0·29	3
B	22·0	32·5	+ 0·4	2
B	8·2	15·4	+ 0·4	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	9·66..	23·66	— 0·19	3
$B+\left(\frac{A-1}{3}\right)+1$	20·466..	34·566..	+ 0·011	3
B	15·4	30·8	+ 0·1	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)$	5·76	13·91	+ 0·06	3
B	16·4	31·8	+ 0·2	3
0	30	—	+ 0·16	3
$m = 3$	0	—	0	2
$m = 2$	0	—	— 0·3	2

Das Ergebniss ist, wenn man die positiven und negativen Differenzen dieser Tabelle nimmt, gewiss ein in jeder Hinsicht befriedigendes. Im Allgemeinen wird man finden, dass bei diesen neu erzeugten Cysten das Lumen selten die ihm ursprünglich zukommende Grösse eines Markraumes beibehält, sondern auf Kosten der umgebenden Wand sich vergrössert. Diese Wand erscheint meistens homogen, und zerfällt nur in wenigen Fällen in untergeordnete Schichten; ein solcher Fall von Schichtung der Cystenwand ist der folgende:

Eine Cyste der Niere hatte einen Durchmesser = 44·4. Sie umschloss concentrisch eine zweite Blase, deren Durchmesser 34·3 (*a*). Die Höhle dieser eingeschlossenen Blase hatte im Durchmesser 24·0 (*b*). Zerlegt man diese Cyste in der bisherigen Weise nach dem Coëfficienten $n = 3$, so erhält man: Markraum = 14·433(*c*), Kernwall (doppelt) = 15·433 (*d*), Aussenwall (doppelt) = 14·433(*e*). Zerlegt man sich den Kernwall abermal nach Abzug der Einheit in 3 Theile, und nimmt ²/₃ davon (= 9·6), so gibt dies zu dem berechneten Markraume *c* hinzugezählt 24·033, d. h. den Durchmesser *b* der Höhle der eingeschlossenen Blase; zerlegt man den Aussenwall *e* wieder in 3 Theile, und nimmt davon den dritten Theil $\left(\frac{14\cdot433-1}{3} = 4\cdot477\right)$, den man zum berechneten Markraume *c* und Kernwalle *d* hinzuzählt, so erhält man den Durchmesser der eingeschlossenen Blase, nämlich 14·433 + 15·433 + 4·477 = 34·34.., was genau mit dem obigen Masse (*a*) übereinstimmt. Dies wird genügen, um die Anwendung der Methode auch für derartige Fälle zu zeigen.

8. Ta-

a. Eier vom

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Durchmesser des Eies. l	Durchmesser der Eihöhle *A*	Aussenwall *A*	Kernwall C	Markraum *D*
174	69·2	58·0	22·733..	23·733..	22·733..
175	67·7	33·533..	22·233..	23·233	22·233..
176	66·66..	45·4	21·88..	22·88..	21·88..
177	52·25	38·8	12·81	26.62	12·81
178	63·0	50·75	12·25	13·25	36·75
179	61·7	40·5	10·1	11·1	40·4
180	62·0	43·66	8·67	9·67	43·35
181	61·3	44·2	5·366..	11·73	42·93
182	51·6	36·8	4·6	10·2	36·8
183	71·3	42·0	14·15	15·15	42·45
184	56·3	39·5	7·9	8·9	39·5

Den Inhalt dieser Cysten bildet entweder klare seröse Flüssigkeit oder zäher Schleimsaft. In der Schilddrüse liegen bekanntlich diese Cysten in Gruppen beisammen, abermal von einer grossen Muttercyste umschlossen, wodurch die Schilddrüse in grössere Lappen zerfällt. Auch in den Bright'sch erkrankten Nieren finden sich jene Blasen selten einfach, sondern fast immer in Gruppen zusammengestellt.

In den grössten dieser Blasen werden die Wände endlich verhältnissmässig so dünn, dass von einer genauen Messung nicht mehr die Rede sein kann.

Thiereier (versteht sich mikroskopische) bieten eine grössere Mannigfaltigkeit dar. Graaf'scher Follikel, Ei, Dotterkugel, Keimbläschen stehen zu einander in berechenbaren Verhältnissen, die aber begreiflich nach der Thierspecies, nach dem Entwickelungsgrade des Eies und wohl auch anderen unbekannten Ursachen bedeutend variiren können, ohne jedoch im Geringsten von dem allgemeinen Gesetze sich zu entfernen.

Ich beginne im Nachstehenden mit menschlichen Eiern, auf diese werden Eier von Kaninchen und Entozoën folgen. Die einfachsten Fälle werden den Anfang machen. Es handelt sich zuerst um das Verhältniss der Grösse der Dotterhöhle zur Dicke der *Zona pelucida*; es wurde sonach der Durchmesser des ganzen Eies, dann jener der Eihöhle gemessen, und aus beiden *Dotis* der Durchmesser der Höhle in der bekannten Art berechnet.

belle.

Menschen.

Supplement zum Markraume E		Summe von D, E, F	Differenz von A und F	Werth von n
$C+\left(\frac{B-1}{2}\right)$	34·599	57·33	− 0·66	3
$\left(\frac{C-1}{2}\right)$	11·116	33·349	− 0·184	3
C	22·88..	44·77	− 0·63	3
C	26·62	39·43	+ 0·63	2
Werth von m	Werth von n	Summe von B, C, D, II.	Differenz von I und II	
3	3	62·25	− 0·05	—
4	3	61·6	− 0·1	—
5	3	61·69	− 0·31	—
8	2	60·03	− 1·2	—
8	2	51·6	—	—
3	3	71·75	+ 0·45	—
5	3	56·3	—	—

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Durchmesser des Eies I	Durchmesser der Eihöhle *A*	Aussenwall *B*	Kernwall *C*	Markraum *D*
					b. Eier vom
185	76·0	56·0	9·5	10·5	57·0
186	60·25	42·0	8·625	9·625	43·125
187	47·0	36·75	4·625	5·625	37·0
188	53·4	40·7	5·85	6·85	40·95
189	44·5	35·0	4·25	5·25	34·0
190	58·5	48·6	4·45	5·45	48·95
191	52·85	43·25	4·3	5·3	43·0
192	46·7	33·933..	3·922	8·844	35·298
193	58·25	43·1	7·075	8·075	42·45

In dieser Tabelle gleichen sich die positiven und negativen Differenzen bis auf + 0·139 aus, was jedenfalls ein befriedigendes Resultat genannt werden kann.

In allen diesen Fällen war die *Zona pellucida* vollkommen glashell, ohne Abtheilungen und Streifen, so dass Kernwand und

	I	*A*	*B*	*C*	*D*
194	24·3	20·06	7·766	8.766..	7·766..
195	11·6	9·6	3·533	4·533	3·533
196	12·6	7·3	3·866..	4·866	3·866
197	11·8	8·1	3·6	4·6	3·6
198	10·5	7·6	0·95	1·95	7·6

In wenigen Fällen bemerkt man bei Säugethier-Eiern eine Spaltung der *Zona* in zwei concentrische Lagen; in anderen Fällen ist auch in der Dottersubstanz noch eine Kreislinie sichtbar, die deutlich

Gefunden			Berechnet		
Durchmesser *a b*	Durchmesser *c d*	Durchmesser *e f*	Aussenwall *A*	Kernwall *B*	Höhle *C*
72·7	58·0	35·3	23·9	24·9	23·9
56·5	39·5	28·6	18·5	19·5	18·5
65·1	47·66	21·466	21·366	22·366	21·366
55·0	44·2	35·8	19	18·0	18·0

Werth von m	Werth von n	Summe von B, C, D, II	Differenz von I und II	Werth von n
Kaninchen.				
6	3	77·0	+ 1·0	—
5	3	61·375	+ 1·125	—
8	3	47·25	+ 0·25	—
7	3	53·65	+ 0·25	—
8	3	43·5	— 1·0	—
11	3	58·85	+ 0·35	—
10	3	52·6	— 0·25	—
9	2	48·064	+ 1·364	—
6	3	57·7	— 0·65	—

Aussenwand spurlos in einander übergegangen sein mussten. Ein ähnliches Verhalten bietet bei Entozoën-Eiern die den Dotter umgebende helle, durchsichtige, dicke Haut, wie aus den angehängten Fällen von Eiern der ***Taenia solium*** und des ***Ascaris lumbr. hom.*** ersichtlich ist. Die Buchstaben haben die Bedeutung wie oben.

E	F	Differenz	Werth von n
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 12·149$	19·915	— 0·14	3
$C + 2\left(\frac{B-1}{3}\right) = 6·22$	9·75	+ 0·15	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right) 1 + = 3·576$	7·442	+ 0·14	3
$B = 4·6$	8·2	+ 0·1	3
$m = 8 = 0$	$B+C+D=10·5$	0	3

genug ist, um zur Messung benützt zu werden. Derartige Fälle beim Menschen sind:

Supplement zu C	Berechneter Durchmesser ef	Supplement zu C oder zu $B+C$	Berechneter Durchmesser cd
$\frac{B-1}{2} = 11·95$	35·85	$\frac{A-1}{3} = 7·966..$	56·76
$\frac{B-1}{2} + 1 = 10·25$	28·75	$B = 19·5$	38·0
0	21·366..	$\frac{A-1}{9} = 5·09$	48·822
B	36·0	$\frac{A-1}{2} = 9·0$	45·0

Ähnliche Resultate treten hervor, wenn man die Verhältnisse zwischen dem Ei und dem Graaf'schen Follikel, oder dem Ei und dem

9. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gemessen		Berechnet		
	Diameter von Graaf's Follikel I	Durchmesser des Eies II	Aussenwall *A*	Kernwall *B*	Markraum *C*
199	96·25	55·7	31·75	31·75	32·75
200	54·0	34·6	18·66..	17·66	17·66
201	51·0	28·4	16·66	17·66	16·66
202	53·2	31·25	13·05	13·05	27·1
203	51·6	37·3	26·3	—	25·3
204	69·25	41·25	13·5	14·5	40·5
205	80·5	50·1	9·8	20·6	49·0
206	64·7	54·0	4·85	5·85	53·35

10. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
	Durchmesser des Eies I	Diameter des Keimbläschens II	Aussenwand *A*	Innenwand *B*	Markraum *C*
207	62·25	24·6	31·62	15·31	15·31
208	47·0	30·3	24·33	25·33	24·33
209	67·0	16·5	16·5	34·0	16·5
210	55·7	13·6	13·675	28·35	13·675
211	31·25	10·1	10·083..	11·083	10·083
212	37·3	7·3	12·1	13·1	12·1
213	62·1	12·8	20·366	21·366	20·366
214	62·8	14·0	20·6	21·6	20·6

Aus diesen Untersuchungen geht nun hervor, dass:

1. Das Säugethier-Ei eine Muttercyste ist, deren Wand noch ganz die ursprüngliche Natur einer Keimwand besitzt, d. h. keine weitere Structur, sondern höchstens eine Spaltung in zwei Lamellen erkennen lässt. Es kann somit auch geschlossen werden, dass sich das Ei

Keimbläschen einer derartigen Prüfung unterwirft. Hierher gehören folgende Fälle:

belle.

Supplement zu C, D		Summe von C und D, III	Differenz von II und III	Werth von n
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	21·5	54·25	—1·45	3
B	17·66	35·33	+0·6	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	12·11	28·77	+0·37	3
$\frac{B-1}{3}$	4·016..	31·116..	—0·13	2
$\frac{A-1}{2}$	12·65	37·95	+0·65	2
Werth von $m = 3$		$A+B+C=68·5$	—0·75	3
„ „ $m = 5$		$A+B+C=79·4$	—1·1	2
„ „ $m = 11$		$A+B+C=64·05$	—0·65	3

belle.

Supplement zu D		Summe von C und D III	Differenz von II und III	Werth von n
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)$	9·54	24·85	+ 0·25	2
$\frac{B-1}{4}$	6·08	30·4	+ 0·1	3
Werth von m		Summe von A, B, C, IV	Differenz von I und IV	
$m = 1$		67·0	0	2
$m = 1$		55·7	0	2
$m = 1$		31·25	0	3
Aliquoter Theil des Markraumes V		Differenz von II und V		
$2\left(\frac{C-1}{3}\right)$	7·4	+ 0·1		3
$2\left(\frac{C-1}{3}\right)$	12·910	+ 0·11		3
$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1$	14·066	+ 0·066		3

entweder durch eine unmittelbare Verbindung zweier Zellen oder auch aus einem homogenen Blasteme in der bekannten Weise als Keim entwickelt. Im ersten Falle werden die einander zunächst berührenden Theile zu einer gemeinschaftlichen Höhle zusammenfliessen, die schalenartig nach aller Richtung von den Kernen umwachsen

wird, worauf auch die äusseren von einander abgewandten Theile der Zellen abermal zu einer die Kernschale umschliessenden Rinde zusammenwachsen.

2. In der Höhle des Eies (dem Markraume der Muttercyste) entwickelt sich das Keimbläschen (ob eine einfache Zelle oder selbst eine Muttercyste, ist mir unbekannt geblieben), und zwar in bestimmten Grössenverhältnissen. Es erfüllt nämlich entweder $^2/_3$ des Markraumes oder den ganzen ursprünglichen Markraum (welcher aber natürlich, um neben dem Keimbläschen auch den Dotter zu fassen, sich selbst auf Kosten der Kernschale vergrössert hat), oder das Keimbläschen hat die Grösse des ursprünglichen Markraumes und eines aliquoten Theiles der Kernschale, des vierten oder dritten Theiles derselben, während die ganze Eihöhle den durch einen grossen Theil der Kernschale vergrösserten Markraum darstellt.

3. Das Ei selbst aber ist eine Tochtercyste in einer Muttercyste, dem Graaf'schen Follikel. Es steht als solche in einem bestimmbaren Verhältnisse zur Grösse des Graaf'schen Follikels. Dieser letztere ist eine Muttercyste oder ein Keim, dessen Markraum auf Kosten der Kern- und selbst der Aussenwand bedeutend vergrössert worden. Das Ei übertrifft gewöhnlich den ursprünglichen Markraum des Follikels um einen aliquoten Theil der Kernwand. Die Breite des ***Discus proligerus*** scheint in keinem im Allgemeinen angebbaren Verhältnisse zur Grösse des Follikels oder des Eies zu stehen. — Mit dem Wachsen des Graaf'schen Follikels werden aber die Proportionen leider so, dass sie zu einer mikrometrischen Bestimmung eben nicht mehr verwendet werden können.

Die angeführten Fälle enthalten nun den Typus der Entwickelung aller blasigen Gebilde, mögen diese vorkommen wo sie wollen. Wenn ich hier nicht gleich die Entwickelung der Hirn-, Augen-, Hörblasen, der Lungenblasen u. s. f. anfüge, geschieht es desswegen, weil es später bei der Untersuchung über die Entwickelung der einzelnen Organe füglicher vorgenommen werden kann. Aber selbst die Entwickelung aller pathologischen Blasen, scheint dem angeführten Gesetze zu folgen. Schon habe ich auf der 7. Tabelle eine übersichtliche Darstellung der einfachen pathologischen Cysten gegeben; die Entwickelung der zusammengesetzten pathologischen Cysten könnte in mehrfacher Weise gedacht werden, und zwar: *a*) Durch das Zusammenfliessen mehrerer isolirt neben einander entwickelten Cysten; von

dieser Art der Entwickelung kann hier füglich abstrahirt werden. *b*) Durch hernienartige Ausstülpung eines oder mehrerer Theile der Wand einer ursprünglich runden Blase; diese häufig vorkommende Form kann hier gleichfalls nicht Gegenstand einer Erörterung sein. *c*) Durch endogene Entwickelung einer oder mehrerer Blasen in dem einfachen oder vergrösserten Markraume einer Muttercyste, ganz nach Art des Eies im Graaf'schen Follikel. Diese Tochtercysten sind frei; ihre Entwickelung würde vielleicht aus paarig combinirten Zellen oder durch eine fortgesetzte Furchung des Gehaltes eines Keimes abzuleiten sein. Derartige Tochtercysten wären begreiflicher Weise zu einer neuen Keimentwickelung befähigt. *d*) Muttercysten mit endogenen wandständigen Cysten. Ihre Entwickelung könnte wieder nach verschiedenen Typen erfolgen. Es wäre entweder anzunehmen, dass in der Mutterzelle mit zwei endogenen Zellen sich bloss eine Aussenschale bildete, an deren Innenwand die Kerne blasenartig zurückblieben (Fig. 11), während die Zwischenwand der beiden endogenen Zellen verschwände; oder es wäre der Fall denkbar, dass sich Kern- und Aussenwall entwickelten, aber die an der Innenwand des Kernwalles neugebildeten Zellen die Markhöhle nicht vollkommen erfüllten. *e*) Erfüllen die endogenen Cysten aber den Markraum vollständig und regelmässig, so müsste die Figur eines regelmässigen Durchschnittes die Gestalt Fig. 38 haben, die jedoch nur bei kleinen eben erst entwickelten Cysten in dieser Regelmässigkeit beobachtet werden könnte; und endlich *f*), wenn die Wand der Muttercyste allmählich resorbirt würde, könnte noch die nackte Form (Fig. 36) aus der früheren Form abgeleitet werden.

Aus dem Angeführten versteht es sich übrigens von selbst, dass die Wände eben gebildeter pathologischer Cysten durchsichtig und structurlos sind, mit dem Wachsen der Cyste eine Spaltung in mehrere Abtheilungen erfahren, die theils ganz ähnliche, theils — und dies ist der gewöhnlichere Fall — sehr verschiedene Gewebe enthalten können. Grösseres Interesse noch erweckt der Umstand, dass auch ganze Organismen dem allgemeinen Gesetze folgen, und solche Grössenverhältnisse darbieten, wodurch sie ihren Ursprung aus Keimen deutlich zu erkennen geben. Der Zufall bot mir die Brut eines sogenannten Akephalo-Cystensackes aus der Leber des Menschen dar. Ich untersuchte von den jungen Entozoën theils solche, deren rüsselartiges Ende noch eingezogen war, theils solche, die dasselbe

ausgestülpt hatten (Fig. 43, 44, 45). Ich mass sonach den Durchmesser *ab* des ganzen Körpers, dann den Durchmesser *cd* seiner Leibeshöhle, dann *ef* den grössten Durchmesser des sogenannten

II. Ta-

Gefunden				Berechnet		
Durchmesser *a b* I	Durchmesser *c d* II	Durchmesser *e f* III	Durchmesser *g h* IV	Doppelte Aussenwand *A*	Doppelte Kernwand *B*	Markraum *C*
55·8	50·0	27·06	—	18·166..	19·166..	18·166..
*52·96	46·55	27·0	5·4	17·33..	18·33..	17·33..
**52·1	48·35	28·73	7·4	12·80	26·60	12·80
31·75	22·0	—	—	10·25	11·25	10·25
47·33	28·0	—	—	15·44	16·44	15·44

In dem mit * bezeichneten Falle war der Durchmesser des Bandes $gh = 5{\cdot}4$, d. h. gleich dem dritten Theile des um die Einheit verminderten aus der Berechnung hervorgegangenen Markraumes nämlich $= \frac{17{\cdot}33 - 1}{3} = 5{\cdot}44..$ In dem mit ** bezeichneten Falle beträgt der Durchmesser *gh* 7·4. Nimmt man von dem berechneten Markraume die Einheit hinweg, und sodann von dem Reste $\frac{2}{3}$ desselben, so erhält man 7·8, was sich von der gemessenen Grösse *gh* nur um 0·4 unterscheidet.

In dieser Tabelle wurde die Berechnung allenthalben mit dem Coëfficienten 3 vorgenommen, nur der mit ** bezeichnete Fall ward mit dem Coëfficienten 2 getheilt.

Aus den wenigen hier mitgetheilten Fällen ergibt sich, dass das Rüssel-Ende des Entozoon meist einen grösseren Raum einnimmt, als der ursprüngliche Markraum eines regelmässigen Keimes zu bieten vermag; dass ferner die Leibeshöhle des Thieres aus dem ursprünglichen Markraume, dem Kernwalle und selbst einem Theile der ursprünglichen Aussenwand gebildet werde, dass das Rüssel-Ende nichts anderes als eine ausgestülpte Tochtercyste sei, welche mittelst eines elastischen Stieles mit der Innenwand der Muttercyste zusammenhängt. Ist es sonach erlaubt, einen Schluss auf die Art der Entwickelung zu machen, so wäre diese in folgender Weise zu denken: Es entsteht zuerst in der oben angegebenen Weise in einer grösseren

Kopf- oder Rüssel-Endes, und endlich bei jenen mit eingestülptem Rüssel die Breite gh des das Kopf-Ende mit der äusseren Bekleidung verbindenden Ganges oder Bandes.

belle.

Supplement zu C, D	Summe von C, D IV $= cf$	Supplement zu $C + B, E$	Summe von $C + B + E$, VI $= cd$
$\frac{B-1}{2} = 9\cdot083$	27·249	$2\left(\frac{A-1}{3}\right)+1 = 12\cdot44$	49·77
$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1 = 9\cdot66.$	26·99	$2\left(\frac{A-1}{3}\right) = 10\cdot88$	46·42
$2\left(\frac{B-1}{3}\right) = 17\cdot00$	29·80	$3\left(\frac{A-1}{4}\right) = 8\cdot85$	48·25
B	21·5		
$3\left(\frac{B-1}{4}\right)+1 = 12\cdot7$	28·14		

Blasteme (Fig. 46, 47, 48) eine symmetrische Furchung mit anfangs 2, dann 4, dann 8 etc. Furchungskugeln. Der dadurch entstehende Innenraum (a) würde sich nur bei b aber nicht auch bei c abschliessen, sondern hier frei in den Raum zwischen den beiden ursprünglichen Blastemen ausmünden. Die Aussenwand des Keimes bildet daher bei d, Fig. 49, eine Art trichterförmigen Ganges, oder eine Einstülpung gegen den mit einer selbstständigen Wand umgebenen Markraum. Dieser trichterförmige Verbindungsgang zwischen der Aussenwand und dem von Wänden umschlossenen Markraume wird nun zu einem ausziehbaren Gebilde, dem Rüssel, dem später die Hornhäckchen anwachsen. Ebenso vergrössert sich später der Raum A zur Leibeshöhle nach einem bestimmten Gesetze, und das ganze Entozoon ist sonach nichts Anderes, als eine Muttercyste mit einem ausstülpbaren Markraume.

Nicht minder interessant ist die Beobachtung, dass, wenn an das Entozoon ein Leibesring anwächst (wie in der Fig. 50, 51, 52, 43 a) auch dieser Leibesring in einem bestimmten, dem allgemeinen Entwickelungsgesetze der Muttercysten unterworfenen Grössenverhältnisse zu den übrigen bereits fertigen Theilen stehe. So beträgt in der Fig. 52 $ab = 33\cdot0$; $cd = 27\cdot2$; $ef = 20\cdot66$; $ik = 42\cdot6$. Nimmt man $\frac{33-1}{4}$, so erhält man für den Aussenwall 8 (m), für den Kernwall 17 (n) für den Markraum $8\cdot0$ (o).

Nun ist aber (o) $8 + 3\left(\frac{n-1}{4}\right) + 1 = 8 + 13 = 21 = ef$; ferner $o + n + \frac{m-1}{3} = 8 + 17 + 2\cdot33.. = 27\cdot33 = cd$; endlich $2 \times ef = ik$. In dem anderen Falle (Fig. 53) ist $ab = 58\cdot33$; $ef = 29\cdot5$; $ik = 49\cdot66$.. Aus diesen Messungen ergibt sich aber $\frac{ab-1}{3} = 19\cdot11$ für den Aussenwall (a), folglich 20·11 für den Kernwall (b), und 19·11 für den Markraum (c). Nun ist $c + \left(\frac{b-1}{2}\right) + 1 = 19\cdot11 + 10\cdot55 = 29\cdot66 = ef$, und $c + b + \left(\frac{a-1}{2}\right) + 1 = 19\cdot11 + 20\cdot11 + 10\cdot55 = 49\cdot77 = ik$ gewiss ein überraschend genaues Resultat.

Indem ich es Anderen überlasse, diese Richtung der Entwickelungsgeschichte der niederen Thiergattungen weiter zu verfolgen, wende ich mich wieder zu meiner eigentlichen Aufgabe zurück, die eben keine andere ist, als Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte der höheren Thierclassen darzustellen.

Ich hatte im Vorhergehenden unter dem Namen „Keim" jene Blasen verstanden, die nicht selbst Zellen, aber oft aus Zellen und zwar zum mindesten aus zweien derselben oder aus Blastemen nach einem bestimmten Gesetze sich gebildet haben. Ich habe früher schon dargethan, dass diese Keime die Grundlage der Röhrenentwickelung im Knorpel- und Knochensysteme sind, dass sie die Grundlage der Gefässbildung abgeben; ich meine genügend gezeigt zu haben, dass alle grösseren blasenartigen Gebilde im thierischen Organismus eben aus diesen Keimen hervorgegangen sind, und ich glaube nun den Satz ganz allgemein aussprechen zu können, dass allenthalben, wo die Bildung von Organen (mikroskopischen wie makroskopischen) erfolgt, jene Keimbildung vorausgeht, ja dass die Entwickelung des ganzen Organismus zuletzt in der gleicher Weise gedacht werden müsse, wie jene des kleinsten Theiles. Dieser Ansicht Eingang zu verschaffen, wird der Zweck der nachfolgenden Zeilen sein.

Bevor ich die complicirte Entwickelungsgeschichte des ganzen Organismus in Angriff nehme, will ich noch die Untersuchung eines kleineren Organes vorausschicken, das durch seine grosse Einfachheit, durch die Regelmässigkeit seines Baues, durch die Übersichtlichkeit aller seiner Verhältnisse und besonders durch seine leichte

Darstellbarkeit zu diesen Untersuchungen sich besonders eignet. Dieses Organ ist der Haarfollikel. Ich habe Haarfollikel vom Menschen, dem Kaninchen, der Katze und der Maus in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung untersucht, auch die Federbälge von Hühnern und Tauben nicht unberücksichtigt gelassen, und ich glaube die Resultate der Untersuchung hier vorlegen zu dürfen.

Untersucht man Haarfollikel in der gallertartigen Haut von Embryonen, so erscheinen sie von oben her gesehen anfangs als zwei, später als drei concentrische Kreise, zu denen wohl auch zuletzt noch ein zarter ringartiger Mittelpunkt hinzutritt. Ich habe nun an Embryonen die Durchmesser dieser verschiedenen Kreise gemessen, und sie, als aus einer Mutterblase hervorgegangen, in der bekannten Methode berechnet. Die Haarfollikel der Erwachsenen wurden in der Seitenansicht untersucht, und bei der grossen Durchsichtigkeit derselben (ohne Zusatz irgend einer Flüssigkeit) war es immer möglich genaue Messungen zu veranstalten. Gemessen wurde an diesen: 1. die Breite des Haares, *ab*, Fig. 56; 2. der Durchmesser *cd*, d. h. der grösste Durchmesser der inneren Wurzelscheide; sonach 3. der grösste Durchmesser *ef* der äusseren Wurzelscheide, und endlich 4. der Durchmesser *gh* des ganzen Haarbalges. Berechnet wurde der Haarbalg nach der bisher eingeführten Methode. Es wurde der Durchmesser *gh* sonach um die Einheit vermindert, und der Rest sodann durch 2, 3 oder 4 getheilt. Hierdurch erhielt man den Markraum, die Kernwand und die Aussenwand derjenigen Muttercyste (oder Keimes), aus der der Annahme nach, der Haarbalg sich gebildet haben sollte. Der berechnete Markraum wurde wieder um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ oder um $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ des um die Einheit verminderten Kernwalles vergrössert, bis er den gefundenen Durchmesser des Haares ergab, öfters war dieser letztere wohl auch ein aliquoter Theil des berechnenden Markraumes, und zwar $\frac{1}{2} - 1$ oder $\frac{1}{3} - 1$ oder $\frac{2}{3} - 1$ oder $\frac{3}{4} + 1$. Eben so wurden die übrigen Theile des Haarbalges durch Rechnung gefunden, indem genau bestimmte aliquote Theile der Kern- und Aussenwand oder der Kernwand allein zum Durchmesser des Markraumes gezählt wurden, bis sie den gefundenen Grössen glichen. Führte diese Methode zu keinem Resultate, so wurde die andere versucht. Es wurde z. B. *ef* oder *cd* von *gh* abgezogen, der Rest um die Einheit vermindert, sodann durch 2 oder 3 getheilt;

der so gefundene Quotient wurde mit *cf* oder *cd* verglichen, und stellte letzteres ein genaues Multiplum des Quotienten dar, so war die ursprüngliche Haarblase eine Mutterblase, deren Markraum je nach

12. Ta-

Haar-Follikel

Zahl der Beobachtung	Gefunden I	Berechnet		
		Aussenwand doppelt *A*	Innenwand doppelt *B*	Markraum *C*
215	*ab* 19·3 *cd* 9·33..	6·1	7·1	6·1
216	*ab* 21·7 *cd* 6·9	6·9	7·9	6·9
217	*ab* 25·75 *cd* 17·5	8·25	9·25	8·25
218	*ab* 27·2 *cd* 14·1	9·733	8·733	8·733
319	*ab* 28·85 *cd* 18·633.	10·28	9·28	9·28
220	*ab* 29·0 *cd* 19·85	9·33	10·33	9·33
221	*ab* 29·4 *cd* 19·2	19·46	9·46	9·46
222	*ab* 29·75 *cd* 20·6	9.583	10.583	9·583
223	*ab* 30·45 *cd* 21·3	9·816	10·816	9·816
224	*ab* 30·85 *cd* 20·13	10·95	9·95	9·95
225	*ab* 31·15 *cd* 18·4	7·5375	16·075	7·5375
226	*ab* 31·5 *cd* 24·7	7·625	16·25	7·625
227	*ab* 32·1 *cd* 23·75	7·775	16·55	7·775
228	*ab* 33·2 *cd* 19·1	10·766..	10·766..	11·776..
229	*ab* 36·0 *cd* 23·75	11·66	12.66	11·66
230	*ab* 26·4 *cd* 12·8	8·466	9·466	8·466

Die positiven und negativen Differenzen dieser Tabelle gleichen sich bis auf — 0·4 aus. — Im Nachtrage folgen noch

dem um das 2-, 3-, 4- und mehrfache der ursprünglichen Grösse sich erweitert hatte. Dies vorausgeschickt wird hinreichen, die folgende Tafel zu verdeutlichen.

belle.

der Embryonen. (Fig. 57.)

Supplement zum Markraume D		Summe von C und D II.	Differenz von I und III.	Werth von n
$\frac{B-1}{2}$	3·05	9·15	—0·28	3
0	0	0	0	3
B	9·25	17·5	0	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	5·153	13·886	—0·21	3
B	9·28	18·56	—0·06	3
B	10·33	19·66	—0·19	3
B	9·46	18·92	—0·28	3
B	10·583	20·166	—0·43	3
B	10·816	20·633	+0·33..	3
B	9·95	19·9	—0·23	3
$2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	11·05	18·587	+0·187	2
B	16·25	23·875	—0·82	2
B	16·55	24·325	+0·55	2
$\left(\frac{B-1}{3}\right)+1$	7·51	19·27	+0·17	3
B	12·66	24·33	+0·58	3
$\frac{B-1}{2}$	24·33	12·699	—0·1	3

einige Fälle, in welchen der Haarfollikel 3 concentrische Ringe darbot.

13. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
			Aussenwand A	Innenwand B	Markraum C
231	*ab*	24·0	8·66	7·66	7·66
	cd	18·5			
	ef	5·46..			
232	*ab*	24·4	5·85	5·85	12·7
	cd	17·4			
	ef	7·7			
234	*ab*	30·6	9·866	9·866	10·866.
	cd	20·85			
	ef	8·6			
235	*ab*	32·5	10·5	11·5	10·5
	cd	19·75			
	ef	14·1			
236	*ab*	34·0	11·0	12·0	11·0
	cd	23·7			
	ef	7·7			
237	*ab*	39·05	9·51	9·51	20·02
	cd	33·35			
	ef	22·85			
238	*ab*	38·0	9·25	9·25	19·50
	cd	29·5			
	ef	23·4			

Die beiden letzten Fälle 237 und 238 sind Federbälge von Tauben, die in der Figur 59 abgebildet sind; die Buchstaben in der Figur und in dieser Tabelle sind gleichlautend.

Was die anderen Fälle, Haarbälge von Kaninchen, Katzen und Mäuse betrifft, so ist ihre Figur von der Seite gesehen, eine verschiedene, je nachdem die Entwickelung mehr minder vorgerückt ist. Sie sind entweder an ihrer Basis einfach abgerundet (Fig. 54), jüngere Haarbälge, oder am Ende kolbig ausgedehnt (Fig. 55). Dort wo sie vielleicht schon einen vierten innersten Kreis gebildet hat,

13. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet		
			A Aussenwand, B Innenwand, C Markraum	Durchmesser gh	
239	*a b*	82·5	A 41·75		
	c d	61·05	B 20·375	....	
	e f	33·75	C 20·375	....	
	g h	20·35	....	C	= 20·375

belle. (Fig. 58.) *A*.

Berechnet		Werth von n
Kreis *ef*	Kreis *cd*	
. . . .	$C+B+\frac{A-1}{3} = 18 \cdot 54$	3
$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1 = 5 \cdot 44$	$C+3\left(\frac{B-1}{4}\right)+1 = 17 \cdot 33$	2
$2\left(\frac{C-1}{3}\right) = 7 \cdot 8$	$C+B = 20 \cdot 733$	3
$3\left(\frac{C-1}{4}\right)+1 = 8 \cdot 495$	$C+2\left(\frac{B-1}{3}\right)+1 = 18 \cdot 5$	3
$C+\left(\frac{B-1}{3}\right) = 14 \cdot 0$	$C+B = 23 \cdot 0$	3
$2\left(\frac{C-1}{3}\right)+1 \quad 7 \cdot 66$	$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)+1 \quad 33 \cdot 36$	2
$C+\left(\frac{B-1}{3}\right) \quad 22 \cdot 85$	$C+B = 28 \cdot 7$	2
$C+\frac{B-1}{2} \quad 23 \cdot 625$		

(der Anfang des Haares) bildet dieser gewöhnlich einen aliquoten Theil des Markraumes. So z.B. in dem Falle *A*, wo das eben gebildete Haar einen Durchmesser von 7·5 besitzt; 7·5 ist aber nahe $= 2\left(\frac{10 \cdot 5-1}{3}\right)+1$.

Ich habe beide Tabellen so zusammengestellt, dass die berechneten mit den gefundenen Grössen auf einer Zeile liegen, wodurch eine Vergleichung sehr erleichtert wird; nirgends aber zeigt sich ein erheblicher Unterschied.

Ausgebildete Haarbälge nahm ich von Menschen. Hier folgt eine Übersicht der beobachteten Fälle.

belle. (Fig. 56.) *B*.

Berechnet		Werth von n
Durchmesser *ef*	Durchmesser *cd*	
. . . .	$C+B+\left(\frac{A-1}{2}\right) = 61 \cdot 125$	2
$C+\left(\frac{B-1}{3}\right) 2 \quad 22 \cdot 291$		

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet: A Aussenwand, B Innenwand, C Markraum	Berechnet: Durchmesser *g h*
240	*a b* 88·9	*A* 29·3	....
	c d 65·4	*B* 30·3	....
	e f 39·0	*C* 29·3	$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 39{\cdot}0$
241	*a b* 113·5	*A* 57·25	....
	c d 83·5	*B* 28·125	....
	e f 43·5	*C* 28·125	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 42{\cdot}687$
242	*a b* 115·33	*A* 38·11	....
	c d 63·5	*B* 39·11	....
	e f 48·0	*C* 38·11	$C + \left(\frac{B-1}{4}\right) = 47{\cdot}63$
243	*a b* 116·6	*A* 38·53..	....
	c d 87·5	*B* 39·53..	....
	e f 49·0	*C* 38·53..	....
	g h 25·7	....	$2\left(\frac{C-1}{3}\right) = 25$
244	*a b* 132·5	*A* 43·83	....
	c d 99·5	*B* 44·83	....
	e f 58·3..	*C* 43·83	....
	g h ·85	....	$\left(\frac{C-1}{2}\right) + 1 = 22{\cdot}415$
245	*a b* 134·6	*A* 44·53..	....
	c d 110·5	*B* 45·53..	....
	e f 43·3	*C* 44·53..	....
	g h 22·6	....	$\left(\frac{C-1}{2}\right) + 1 = 22{\cdot}76$
246	*a b* 139·9	*A* 70·428	....
	c d 102·0	*B* 34·741	....
	e f 68·7	*C* 34 741	....
	g h 43·0	....	$C + \left(\frac{B-1}{4}\right) = 43{\cdot}176$
247	*a b* 141·5	*A* 71·25	....
	c d 94·5	*B* 35·125	....
	e f 59·25	*C* 35·125	$C + 2\left(\frac{B-1}{3}\right) + 1 = 58{\cdot}875$
248	*a b* 157·2	*A* 52·06	....
	c d 124·0	*B* 53·06	....
	e f 85·5	*C* 52·06	$C + \left(\frac{B-1}{4}\right)$

Berechnet		Werth von n
Durchmesser *ef*	Durchmesser *cd*	
.... $C+B+\left(\frac{A-1}{4}\right)$ 66·67	....	3
.... $C+B+\left(\frac{A-1}{2}\right)$ 84·37	....	2
.... $C+2\left(\frac{B-1}{3}\right)=63·5$	....	3
.... $C+\left(\frac{B-1}{4}\right)+1=49·166.$	.... $C+B+\left(\frac{A-1}{4}\right)=88·199$	3
.... $C+\left(\frac{B-1}{3}\right)$ 58·44	.... $C+B+\left(\frac{A-1}{4}\right)$ 99·36	3
.... C 44·53	.... $C+B+\left(\frac{A-1}{2}\right)$ 111·832	3
.... $C+B=$ 69·482	.... $C+B+\left(\frac{A-1}{2}\right)$ 104·223	2
.... $C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)+1=94·67$	....	2
.... $C+2\left(\frac{B-1}{3}\right)=86·76$	.... $C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)$ 122·14	3

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet	
		A Aussenwand *B* Innenwand *C* Markraum	Durchmesser *gh*
	gh 65·75	....	$C + \left(\frac{B-1}{4}\right)$ 65·07
249	*ab* 168·00	*A* 55·66	....
	cd 144·6	*B* 56·66	....
	ef 73·0	*C* 55·66	....
	gh 43·0	....	$3\left(\frac{C-1}{4}\right) + 1$ 41·98
250	*ab* 113·66	*A* 38·55	....
	cd 88·75	*B* 37·55	....
	ef 72·85	*C* 37·55	$C + B = 75{\cdot}1$
251	*ab* 100·5	*A* 33·16..	....
	cd 79·8	*B* 34·16..	
		C 33·16..	$C + B + \left(\frac{A-1}{3}\right) + 1 = 79{\cdot}053$

Man sieht aus dieser Tabelle, dass das Haar fast in den meisten Fällen nicht den ganzen berechneten Markraum, sondern nur einen aliquoten Theil desselben, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, einnimmt. Die übrigen Theile des Markraumes bleiben entweder leer (d. h. zur Aufnahme von Säften oder Fett bestimmt), oder sie tragen zur Vergrösserung der Wurzelscheide bei. Die Wurzelscheide nimmt in fast allen Fällen die Kernwand und einen Theil der Aussenwand in Anspruch, die Dicke des Haarbalges ist nur ein aliquoter Theil der als Aussenwand berechneten Schichte des Keimes vom Haarfollikel. Die beiden letzten Fälle der obigen Tafel wurden an der grössten Breite des Haarbulbus dort gemessen, wo die Matrix des Haares (ohne Scheide) den Haarfollikel unmittelbar berührt. Dass der Bulbus den Markraum und die Breite der Kernwand, ja selbst einen Theil der Aussenwand einnimmt, ist theils aus diesen Fällen, theils aus der Figur ersichtlich.

Vergleicht man nun die 11., 12. und 13. Tabelle, so wird man leicht bemerken, dass in dem Haarkeime (d. h. der ersten Anlage des Haares bei Embryonen) zuerst eine Trennung in den eigentlichen Haarbalg und das Haar mit seiner Wurzelscheide vor sich geht. Erst nachdem diese Trennung in zwei Schichten erfolgt ist, beginnt eine Trennung der inneren Schichte in das Haar (den innersten Theil) und seine Wurselscheide. Zuletzt endlich erfolgt eine weitere Trennung der Wurzelscheide in ihre bekannten zwei Schichten. Damit ist

Berechnet		Werth von n
Durchmesser ef	Durchmesser cd	
....	....	3
....	$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)$ 2 147·77	
$C+\left(\frac{B-1}{3}\right) =$ 75·21		
....	....	3
$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)$ 87·61		
....	....	3

aber die Spaltung des Haarfollikels in einzelne Schichten noch nicht beendet. Je grösser der Haarbalg wird, desto mehr histologisch verschiedene Schichten werden sich an demselben darstellen lassen. Frühzeitig zerfällt schon der eigentliche Haarbalg in zwei Schichten, deren äussere ein Ringgefäss enthält.

Zuweilen findet man noch eine andere Art der Entwicklung der Haarbälge, wovon ich hier ein paar Fälle mittheile:

1. Fall. Durchmesser ab des Haarbalges . . . = 93·0
Durchmesser cd der Wurzelscheide = 52·05
Durchmesser gh des Haares . . . . . . = 27·5.

Zieht man hier cd von ab ab, so erhält man 40·95 als doppelte Dicke des Haarbalges. Zerlegt man diese Grösse, nachdem man von ihr die Einheit abgezogen, nach dem Wachsthums-Coëfficienten 2, somit in drei Theile, so erhält man: Aussenwand = 13·32, Kernwand = 27·64. Nun ist aber 4 × 13·32 = 53·28, d. h. nahe gleich cd, und hieraus wird zu folgern sein, dass der ursprüngliche Markraum des Keimes, aus welchem der Haarbalg sich bildete, mit der Bildung des Haares und seiner Scheide sich rasch auf das Vierfache vergrösserte. Nimmt man wieder von 53·28—1 den dritten Theil, so ist dieser 27·42, d. h. der Durchmesser des Haares.

2. Fall. ab = 131·3
cd = 91·0

$ef = 62 \cdot 5$
$gh = 39 \cdot 6.$

Zieht man hier 91 von 131·3 ab, so erhält man für die doppelte Dicke der Wand des Haarbalges 40·3. Aus dieser Grösse erhält man für den Coëfficienten $n = 3$ als doppelte Dicke der Aussenwand $\frac{40 \cdot 3 - 1}{3} = 13 \cdot 1$, foglich für die doppelte Kernwand 27·2 und sonach für den Markraum $cd = 7 \times 13 \cdot 1 = 91 \cdot 7$. Aber $cd = 91 \cdot 0$ wieder als Keim betrachtet und aufs neue in 3 Theile: Aussenwand, Kernwand, Markraum, zerlegt, gibt: $a = 30 \cdot 2$, $b = 36 \cdot 2$, $c = 30 \cdot 2$; nun ist $c + \frac{b-1}{3} = 40 \cdot 266 = gh$, $c + b = 61 \cdot 4 = ef$, mithin wieder in Übereinstimmung mit der angeführten Regel.

3. Fall. ab 192·0
cd 139·0
ef 91·35
gh 48·75.

Hieraus folgt 192 — 139 = 53 die doppelte Dicke des Haarbalges; diese besteht (für $n = 2$) aus einer Aussenwand (doppelt) von 17·33 und einer Kernwand von 35·66, der dazugehörige Markraum $cd = 17 \cdot 33 \times 8 = 138 \cdot 66$. Nun zerfällt der Markraum = 139 für $n = 2$ abermal in 3 Theile, indem sich in ihm ein neuer Keim bildet, nämlich: Aussenwand $a = 34 \cdot 5$, Innenwand $b = 34 \cdot 5$, Markraum $c = 70$. Es ist aber $2\left(\frac{c-1}{3}\right) + 1 = 47 = gh$ und $c + \left(\frac{b-1}{3}\right) 2 = 92 \cdot 32 = ef$, mithin wieder ein mit der angeführten Regel hinreichend genau übereinstimmendes Resultat.

Diese Fälle werden genügen, um in Beispielen die Methode der Berechnung vor Augen zu führen. Waren die in der 13. Tabelle zusammengestellten Fälle nur aus einem einzigen Keime entstanden, dessen sich allmählich vergrössernde Abtheilungen mit verschiedenen histiologischen Elementen ausgefüllt wurden, so war in den letztgenannten Fällen in dem Markraume des ersten Keimes ein neuer ähnlicher Keim eingelagert worden. Der erstentstandene Keim entwickelte sich zum Haarbalge, der 2. dagegen zum Haare mit seiner Wurzelscheide.

Es kann nun wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch die einzelnen Theile des Haares selbst, nämlich der Haarcanal, das Mark und die Rindenschicht des Haares, in einem bestimmbaren Verhältnisse zu einander stehen, und dass namentlich die Weite des

Haarcanales keineswegs durch ein zufälliges Austrocknen oder Dehisciren bedingt sei. Ich habe aber hierüber keine besonderen Untersuchungen gepflogen und bin nur im Stande, einen einzigen Fall vorzuführen. Es betrug:

Der Durchmesser	des Haarbalges *ab*		108·75
„	„	der äusseren Haarscheide *cd*	76·0
„	„	der inneren Haarscheide *ef*	53·0
„	„	des Haares *gh*	36·4
„	„	des Haarcanales *ik*	12·13.

Nun ist $ab = cd = 22·75$ die doppelte Dicke der Wand des Balges. Hieraus folgt $\frac{22·75-1}{2} = 10·875 = a$ für die Aussenwand, $11·875 = b$ für die Innenwand des ursprünglichen Haarkeimes, und $7\ a = 76·115 = cd$ für den Markraum dieses Keimes (in dem ausgewachsenen Follikel, dem Haare und seiner Wurzelscheide). Es ist mithin $cd = 76$ als neuer im Haarfollikel abgelagerter Keim zu berechnen und gibt für $n = 3\frac{76-1}{3} = 25\ (f)$ für die Aussenwand, $26\ (g)$ für die Innenwand, $25\ (h)$ für das Marklumen. Es ist sonach das Haar mit der Wurzelscheide $= g + h = 51 = ef$, das Haar allein $= h + \left(\frac{g-1}{2}\right) = 37·5 = gh$, der Haarcanal $= \left(\frac{h-1}{2}\right) = 12$ $= ik$ in hinreichend genauer Übereinstimmung mit der Messung.

Nach Allem diesen wird es nun möglich sein auf die erste Entwickelung des Haares zu schliessen. Die erste Anlage des Haares ist ein nach allen Richtungen vollkommen geschlossener Keim (Fig. 60), welcher eine rundliche Blase darstellt, die wieder zwei neue Keime durch Furchung entwickelt. Diese neuen Keime erleiden durch die Vergrösserung des Muldenkeimes *a* nach und nach die Formveränderungen, welche in der Fig. 61 und 62 abgebildet sind. Hatte sich die Form bis zu jener von Fig. 62 ausgebildet, so verschwindet auch die mittlere, beide Blasteme noch trennende Wand, und der ganze mittlere, in der Zeichnung Fig. 63 der Länge nach gestreifte Raum bildet den untersten Theil des Haarschaftes mit dem Bulbus des Haares. Mittlerweile wird der in dem unteren Muldenraume des Mutterkeimes (Fig. 60, 61, *a*) abgelagerte neue Keim, der die Figur dieses Raumes annimmt, zur Pulpa oder Matrix des Haares sich gestalten. Daher sitzt die Matris des Haares unmittelbar auf dem Haarbalge auf, ohne von den Schichten der Wurzelscheide umgeben zu sein, welche gegen die Matrix hin zugespitzt enden. Der Raum (*A*)

(ganz oder eine Abtheilung desselben) gestaltet sich zur Wurzelscheide und behält selbst am ausgewachsenen Haarbalge zum Theile die Form bei, welche ihm zur Zeit der Entwickelung eigen war, d. h. die Blastemmasse *A* umwächst zwar das sich entwickelnde Haar schalenartig von allen Seiten, aber das obere und untere Ende desselben sammt der Matrix bleibt von ihnen unberührt, daher auf einem senkrechten Durchschnitte des Haarbalges ihre nach abwärts konisch oder spitz zulaufende Form. Mittlerweile ist der ganze Haarkeim aus seiner runden Form, die er anfangs inne hatte, längst hinausgegangen und hat eine Walzenform mit unten kuppelartig abgerundetem Ende angenommen; die Länge und Breite des Haarbalges, die sonach anfangs aus der bekannten Formel berechnet werden konnten, verlieren allmählich ihre vergleichbaren Relationen. Nun wird auch die Matrix des Haares an Umfang zunehmen und der Grund des Haarbalges schwillt dadurch kolbenartig an (Fig. 55), wodurch der Haarbalg seine bleibende Form erhält. Die einzelnen Schichten des Haarbalges, die anfangs bloss durch Farbe und Durchsichtigkeit sich unterschieden, füllen sich mit verschiedenen histiologischen Elementen. Doch selbst zur Zeit der Geburt des Thieres ist die vollkommene Entwickelung dieser Schichtenbildung noch nicht vollendet, und scheint nur überhaupt so lange zu währen, als der Haarbalg noch an Umfang und namentlich in die Breite zunehmen kann. Das Haar selbst wird um so gleichartiger erscheinen, je jünger es ist; mit seinem Breiterwerden verliert es auch dieses homogene Aussehen und zerfällt nun in seine verschiedenen Abtheilungen, die natürlich dort wieder unkenntlich werden müssen, wo das Haar noch jung und dünn ist. Aus der ganzen Entwickelungsweise folgt ferner, dass das Haar in der Mitte des Follikels dünner sein müsse, als an dem aus dem Follikel austretenden Theile, da es die Form des Markraumes (Fig. 60, *mn*) annimmt, welche eben diese und keine andere ist.

Es folgt auch von selbst, dass zwischen der Dicke des Haares und der anfänglichen Breite der Matrix ein aus der allgemeinen Formel für die Entwickelung der Mutterbälge abzuleitendes Verhältniss besteht, welches aber bald so verwickelt wird, dass der Nachweis kaum noch möglich ist. So folgen sich die Verhältnisse 2 : 3, 1 : 2 u. s. f., wornach die Haarpulpa in einem grösseren Verhältnisse wächst, als der Haarschaft, und bald den Follikel selbst an seinem unteren Ende kolbig vergrössert.